This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

TRANSPORTATION
LIBRARY
TF
610
.092

UNIV.
OF
MICH.

Einiges

von

noch zu wünschenden und, wie es scheint, möglichen

Vervollkommnungen des Eisenbahnwesens.

(Insbesondere veranlaſst durch den neulichen Unfall auf der Eisenbahn zwischen Paris und Versailles.)

Von

A. L. Crelle,

Königlich-Preußischem Geheimen-Ober-Baurathe, Mitgliede der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Correspondenten der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg und der Königlichen Akademieen der Wissenschaften zu Neapel und Brüssel, auswärtigem Mitgliede der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Stockholm, Ehrenmitgliede der Hamburger Gesellschaft zur Verbreitung der mathematischen Wissenschaften.

Vorgelesen in der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 14. und 21. Juli 1842.

(Besonders abgedruckt aus dessen „Journal für die Baukunst Bd. XVII.")

Berlin,

gedruckt und verlegt bei G. Reimer.

1842.

Transportation
Library
TF
610
.C92

Das Eisenbahnwesen, wenigstens mit Benutzung des Wasserdampfes als bewegende Kraft, ist noch so *sehr neu*, dafs man nicht Ursach hat, sich über die Mängel, die sich daran jetzt noch bemerklich machen, zu verwundern, sondern dafs vielmehr aller Grund da ist, das Gute und Nützliche, was in der so kurzen Zeit bei diesem complicirten und in so vielen Beziehungen vom Gewohnten abweichenden Gegenstande schon bisher erreicht wurde, anzuerkennen und es befriedigend und erfreulich zu finden. Als die älteste aller Eisenbahnen, die vermittelst der Dampfkraft, mit einer früher nie und durch keine Mittel (aufser etwa bei der Luftschiffahrt, welche aber bis jetzt nur noch mehr eine Curiosität, als von practischem allgemeinen Nutzen ist) erreichbar gewesenen Geschwindigkeit, von 4, 5, 6 und mehreren Preufsischen Meilen in der Stunde, befahren wird, ist diejenige zwischen Liverpool und Manchester zu betrachten; und diese Eisenbahn ist noch nicht volle *12 Jahre* alt. Die etwa eine Meile lange Eisenbahn zwischen Nürnberg und Fürth, die 3½ Meilen lange Bahn zwischen Brüssel und Mecheln, als der Anfang der Belgischen Eisenbahnen, und die 3½ Meilen Bahn zwischen Berlin und Potsdam, sind die ältesten auf dem Continent. Sie sind erst 4 bis 6 Jahre im Gebrauch. Die Potsdamer Bahn ist die *erste*, mit Dampfkraft befahrene Bahn im *Preufsischen Staat*. Der Verfasser des gegenwärtigen Aufsatzes hat sie technisch entworfen und auch ziemlich bis zu Ende ausgeführt. Die etwas ältere Eisenbahn zwischen Lyon und St. Etienne war Anfangs etwas mifsrathen, und die noch etwas ältere Eisenbahn zwischen der Mulde und Donau wurde nur mit Pferdekraft befahren. Alle, jetzt schon zahlreiche Eisenbahnen, in Deutschland, Frankreich, Rufsland und Italien, sind jünger. In England und in Nord-Ame-

rika giebt es zwar noch mehrere, längere Eisenbahnen, die älter sind, als auf dem Continent: aber keine von allen, die *mit Erfolg* durch Dampfkraft befahren werden, ist älter *als 12 Jahre.*

Betrachtet man nun, zu welchem erfreulichen Zustande das Eisenbahnwesen, ungeachtet seiner ihm eigenthümlichen Schwierigkeiten, sowohl was den Bau der Bahnen, als was die Benutzung der Dampfkraft betrifft, schon in dieser kurzen Zeit gedieh; so wie die ungeheuern Resultate, die dadurch schon erreicht worden sind, indem jetzt schon viele Millionen, vielleicht mehr als Hundert Millionen von Personen und Centnern Lasten und Güter darauf mit einer, früher nicht für *möglich* gehaltenen Geschwindigkeit auf den Eisenbahnen fortbewegt worden sind (denn die 3½ Meilen Eisenbahn zwischen Berlin und Potsdam ist in den 4 Jahren ihres Bestehens schon von mehr als Zwei Millionen Personen befahren worden, und jetzt mögen in Allem vielleicht schon 1000 Meilen Eisenbahnen vorhanden sein): so wird man in der That mit Dem, was schon geschehen ist, zufrieden sein und auch hier es anerkennen müssen, um wieviel die neuere Zeit in der Regsamkeit des Nachdenkens, in besserer Bekanntschaft mit den Kräften und den Gesetzen der Natur und in kühnerer Benutzung derselben, der ältern Zeit (mit aller schuldigen Achtung gegen diese sei es gesagt) überlegen sei.

So erfreulich nun aber auch das, was schon durch die Eisenbahnen und für sie erlangt wurde, sein mag: so gewifs ist es doch, dafs auch hier gar manche Vervollkommnungen noch zu wünschen übrig bleiben. Einerseits wiederholte betrübte und zum Theil herzzerreifsende Unfälle bei dem Gebrauch der Eisenbahnen, wie z. B. der neueste auf der Eisenbahn zwischen Paris und Versailles, besonders dieser, als der schrecklichste von allen bisherigen; anderseits die grofsen Kosten und Schwierigkeiten bei der Vervielfältigung der Eisenbahnen, so wie manche Mifsgriffe, die bei dem Entwurf und der Ausführung auch dieser Art von Strafsen nicht gefehlt haben, mahnen daran nur allzu dringend.

Möge man gleichwohl, was zunächst die Unfälle betrifft, ja nicht etwa vor denselben zu sehr erschrecken und ihretwegen etwa wohl gar an den Eisenbahnen überhaupt verzweifeln und sie verdammen! Gerade die wunderbar schnellen Fortschritte, die bei diesem Gegenstande in der so überaus kurzen Zeit der Bekanntschaft mit ihm schon gemacht worden sind, gewähren offenbar den sichersten und unverkennbarsten *Erfahrungs-*

beweis, dafs es *möglich* sein *müsse*, auch die noch übrigen Uebelstände wegzuschaffen; so wie die Hoffnung, dafs es damit wirklich und in vielleicht nicht zu langer Zeit gelingen werde. Erwägt man in der That, dafs einerseits für die *Verminderung der Gefahren gewöhnlicher*, von Thieren gezogener Fuhrwerke durch alle die Jahrhunderte und Jahrtausende hindurch, welche man sich ihrer bediente, wenig und beinahe nichts allgemein Practisches hat gelingen wollen; denn noch jetzt sind die Wagen, was ihre Gefährlichkeit betrifft, im Wesentlichen dieselben, wie in uralter Zeit; dafs dagegen andrerseits die Gefahren auf den Eisenbahnen ganz nothwendig und natürlich eigentlich noch *gröfser* sein müfsten, als bei den gewöhnlichen Fuhrwerken, nemlich wegen der viel gröfsern *Geschwindigkeit;* dafs sie dagegen gleichwohl, wie es die Erfahrung gezeigt hat, vergleichungsweise *nicht* gröfser sind: so ergiebt sich deutlich, dafs in dem Wesen der Eisenbahnen selbst, gleichsam in ihren Urprincipen, Etwas liegen müsse, was schon durch sich selbst, man möchte sagen, schon ohne Zuthun der Kunst, die Gefahr entfernt. Es ist auch nicht schwer zu entdecken, welches dieses Etwas sei. Die Ursach liegt in der *Glätte der Bahn;* in ihrer *Ebenheit;* in der ihr unumgänglich nothwendigen *Sanftheit der Abhänge;* und dann darin, dafs es offenbar leichter ist, *Maschinen*, aus unbelebten Stoffen zusammengesetzt, zu lenken, als lebendige, aber der Vernunft entbehrende Geschöpfe. Der gröfsere Theil der Unfälle bei den gewöhnlichen Fuhrwerken entsteht aus der Unebenheit der Strafsen, aus starken Gefällen derselben und aus dem Kollern der Zugthiere. Alles das ist den Eisenbahnen, mit unorganischen Zugkräften, fremd. Also *mufs* es schon aus innerer Nothwendigkeit *möglich* sein, die Gefahren der Passage auf Eisenbahnen auch noch unter ihr bisheriges Maafs zu vermindern, ja, diese Gefahren durch immer weitere Vervollkommnungen am Ende fast bis auf Null zu reduciren. Dafs die Passage auf Eisenbahnen wirklich schon jetzt, wie vorhin erwähnt, in der Wahrheit vergleichsweise weniger gefährlich sei, als die auf gewöhnlichen Fuhrwerken, ist schon oft bemerkt und gesagt worden. Die Vergleichung der Gefährlichkeit der verschiedenen Arten der Passage geht aber noch weiter. Könnte man nemlich die Unfälle zählen, die sogar den *Fufsgängern* begegnen, welche doch nur auf sich selbst sich zu verlassen haben: könnte man die Unfälle zählen, die den *Reitern* begegnen; und wollte man berechnen, wie viele Menschen fortwährend auf den Segelschiffen, eben wie auf den Dampf-

schiffen verunglücken, häufig auf nicht weniger entsetzliche und schauderhafte Weise, als bei dem Unfalle auf der Versailler Eisenbahn, so würde sich wahrscheinlich ergeben, dafs die Gefahr selbst bei *keiner einzigen* der verschiedenen Fortbewegungs-Arten geringer sei, als die auf Eisenbahnen, und dafs vielleicht sogar *schon jetzt* die Eisenbahnen die unter *allen* im Grunde *am wenigsten* gefährliche Fortbewegungs-Art gewähren. Auf der Potsdamer Eisenbahn z. B. hat von den mehr als 2 Millionen Personen, welche sie seit 4 Jahren befahren haben, so viel dem Verfasser bekannt, *noch nicht eine einzige* durch Schuld der *Eisenbahn* ihr Leben verloren; nur wenige sind mehr oder weniger leicht beschädigt worden. Auf vielen andern Eisenbahnen hat sich Aehnliches ergeben. Möge man daher, wie gesagt, ja die Eisenbahnen selbst, der einzelnen Unfälle wegen, so schrecklich und bejammernswerth dieselben auch sein mögen, nicht zu sehr anklagen, sondern vielmehr unverdrossen dahin streben, die Ursachen und Anlässe solcher Unfälle zu entfernen! Es läfst sich wegen jener, den Eisenbahnen inwohnenden und ihnen eigenthümlichen Ursachen der Gefahrlosigkeit, fast mit Zuversicht darauf rechnen, dafs das Bestreben gelingen werde.

Aehnlich, wie rücksichtlich der Unfälle, verhält es sich mit der Wegräumung der obengedachten Dinge, die jetzt noch die *Verallgemeinerung und Ausbreitung* der Eisenbahnen erschweren; denn der Nutzen und die Wirkung der Eisenbahnen sind zu grofs, und zu tief in ihrer Eigenthümlichkeit begründet, als dafs es nicht möglich sein sollte, diesen Nutzen und diese gute Wirkung auch noch allgemeiner und im umfassenderen Maafse, als bis jetzt, bedeutend zu *vergröfsern*. Es dürfte in diesem letzten Betracht sogar fast mehr nur auf den guten Willen ankommen, als selbst auf besonderes Nachdenken.

Der Verfasser des gegenwärtigen Aufsatzes will durch Mittheilung einiger Vorschläge, die die Resultate seines Nachdenkens und der practischen Erfahrungen sind, welche er bei den Eisenbahnen selbst zu machen Gelegenheit gehabt hat, versuchen, sein Schärflein zu den Bemühungen um die Erreichung der angedeuteten Zwecke beizutragen.

Was hier folgt wird sich aber zunächst und für diesesmal nur mit den Mitteln zur *Verhütung und Vorbeugung der Gefahren* auf den Eisenbahnen, und zwar vorzüglich auf den *schon vorhandenen*, beschäftigen. Was über den andern Punct, den der Beförderung und Erleichterung der Verallgemeinerung und weitern Verbreitung der Eisenbahnen und über die

Mittel dazu, zu sagen sein dürfte, und was gar Vieles ist, bleibt der Folge und einer andern Gelegenheit vorbehalten.

Wir wollen vom Einzelnen und von Dem, was am nächsten zu liegen scheint, anfangen und von da allmälig zu dem Allgemeineren übergehen. Wir wollen also zunächst die Gefahren, welche aus *Beschädigungen* der Transportwerkzeuge und der Eisenbahnen selbst, so wie die einen und die anderen *jetzt üblich sind*, entstehen können, oder welche sonst auf den Eisenbahnen Statt finden können, erwägen und Bemerkungen und Vorschläge wegen der Mittel machen, durch welche solchen Gefahren möglichst vorzubeugen sein dürfte.

Erstlich. Es können Achsen und Räder der Fuhrwerke, so wie andere Theile der Wagen, z. B die Druckfedern, welche die Wagenkasten tragen, oder auch die Stofs- und Zugfedern, während der Fahrt zerbrechen. Durch die, besonders aus einem Achsen- oder Radbruch entstehende, fast plötzliche Hemmung eines Wagens können die darin sitzenden Personen auf doppelte Art beschädigt werden: nemlich durch das Zusammenbrechen des Wagens selbst, und dann dadurch, dafs, wenn nicht grade der gebrochne Wagen der hinterste in der Reihe ist, die ihm noch nachfolgenden Wagen auf ihn mit Heftigkeit stofsen, der Zug der andern Wagen aber, die dem gebrochenen vorauflaufen, plötzlich gehemmt wird. Am gefährlichsten ist das Zusammenbrechen des Dampfwagens selbst: nicht allein weil er der vorderste von allen ist, und also, wenn er bricht, alle nachfolgenden Wagen auf ihn einstürmen, sondern auch, weil er Feuer und glühende Kohlen führt und dadurch die nachfolgenden Wagen in Brand stecken kann; wie es auf der Versailler Eisenbahn geschehen ist und dort ein so schreckliches Unheil verursacht hat.

1. Die nächsten Mittel zur Abwendung solcher Unfälle werden offenbar darin zu suchen sein, dafs man den Rädern, und besonders den *Achsen*, deren Bruch vorzüglich gefährlich ist, mehr Festigkeit zu geben sucht, während man zugleich auch auf die Güte und Festigkeit der Federn und der übrigen Wagentheile alle nur mögliche Sorgfalt wendet und allen diesen Theilen die möglichste Sicherheit verschafft: jedoch zugleich ohne ihre Masse und ihr Gewicht zu *vergröfsern;* denn macht man die Theile der Wagen sehr *schwer*, so greift auch wieder ihr Gewicht ihre Festigkeit mehr an. Dafs Räder und Achsen durchaus nie aus gegosse-

nem Eisen sein sollten, versteht sich von selbst; denn das gegossene Eisen ist dazu viel zu spröde; auch halten gegossene Räder nicht lange vor; sie nutzen sich schnell ab. Es sollten also Achsen und Räder zunächst *nur* von *geschmiedetem* Eisen sein, und zwar sollten die Achsen stets aus einzelnen Schienen zusammengeschmiedet, gleichsam damascirt sein und dann vor dem Gebrauch allen nur möglichen Proben unterworfen werden; wie es z. B. mit den Achsen der Geschützwagen bei der Artillerie zu geschehen pflegt. Das Brechen geschmiedeter *Räder* ist meines Wissens selten vorgekommen; die Räder mit doppelten, dicht zusammenstehenden und, um ihnen Elasticität zu geben, ein wenig auseinander gebogenen Speichen, sind, wenn sonst aus gutem Eisen, in der That schon *sehr* fest und dauerhaft: desto mehr ist das Brechen der *Achsen* zu befürchten; besonders bei den Dampfwagen selbst. Hier ist denn nun zunächst weiter ein besonderer Umstand vorzüglich gefährlich und ein wahres Beförderungsmittel des Bruchs und der Unfälle. An den frühern englischen Dampfwagen ist nemlich die Trieb-Achse *zwischen* den Rädern in zwei rechtwinklig auf einander stehende Kurbeln gebogen. Schon dafs auf diese Weise die Achse durch die Kurbeln *unvermeidlich um den vierfachen Kurbelhub,* also um 2½ bis 3 Fufs, und wohl noch mehr, *länger* wird, also fast *doppelt* so lang, als sie ohne die Biegungen wegen der Kurbeln zwischen den Rädern sein würde, ist allein schon eine grofse Verminderung ihrer Stärke und Haltbarkeit; nemlich eine Verminderung bis fast auf die Hälfte: aber offenbar ist es auch nicht wohl möglich, eine in rechte Winkel *gebogene* Achse so fest zu schmieden, als eine *gerade.* Es sollten daher die Kurbeln niemals *in der Achse selbst* sein, sondern die Kurbelbuge sollte *aufserhalb* der Räder liegen; wie bei den Norrisschen Amerikanischen Dampfwagen. Die Kurbeln und Bläuelstangen müssen dann freilich ebenfalls aufserhalb des Wagens liegen, und die Dampfcylinder können dem Feuer weniger nahe sein; wodurch etwas von der Hitze des Dampfes verloren geht: indessen ist die Nothwendigkeit der Verlegung der Kurbelbuge nach aufsen allzu nothwendig, als dafs sie unterbleiben sollte.

Sodann dürfte sich auch wohl noch den Achsen der Eisenbahnwagen, und selbst denen der Dampfwagen, sobald die Kurbeln nicht mehr *zwischen* den Rädern liegen, durch eine zweckmäfsige Veränderung ihrer jetzt gewöhnlichen *Form* eine gröfsere Widerstandsfähigkeit gegen den Bruch geben lassen; und zwar *ohne* Vermehrung ihrer Masse und ihres Gewichts. Jetzt nemlich

sind die Achsen der Eisenbahnwagen in der Regel vollkommne *Cylinder*, mit kreisförmigem *Querschnitt*. Die Achsen der Personen- und Güterwagen haben, für die meist übliche Weite der Spur von 4 Fuſs 8½ Zoll, gewöhnlich 3 Zoll, die Achsen der leichteren und schwereren Dampfwagen 4 bis 5 Zoll im Durchmesser. Die schwächste Stelle der Achse liegt immer in der Mitte ihrer Länge; denn, wenn gleich die Belastung hier nicht in der Mitte der Länge auf den Achsen aufliegt, sondern vielmehr aufserhalb der Räder, dicht an denselben, so kann doch die Achse immer nur insbesondere in der Mitte der Länge brechen; dafs sie nahe an den Rädern breche, ist weniger möglich, weil die Entfernung von dem Aufruhepunct geringer, die Dicke der Achse aber dieselbe ist. Die schwächste Stelle der Achse liegt also, vorausgesetzt, dafs sonst alle ihre Theile gleiche Stärke und Cohäsion haben, immer *in der Mitte* zwischen den Rädern: bricht die Achse anderswo, so kann der Bruch nur von einem besondern Fehler im Eisen herrühren. Die Achse ist also immer einem Balken zu vergleichen, welcher, an beiden Enden aufruhend, in der Mitte seiner Länge eine Last trägt. Nun ist aber der *kreisförmige* Querschnitt für einen solchen Balken, eben wie auch der *quadratische*, bekanntlich nicht der vortheilhafteste; vielmehr trägt, wie man weifs, ein Balken, von gleicher Masse und gleichem Gewicht, wenn er *höher als breit* ist, bei weiten mehr; aus dem Grunde, dafs die Tragkraft von Balken von gleicher Länge nicht wie das Product aus der Höhe in die Breite, sondern wie das Product aus dem *Quadrat* der Höhe in die Breite sich verhält. Zwar läfst sich, um diesen Umstand zu benutzen, eine *Achse* im Querschnitte nicht *hochkantig* machen, weil sie beständig um ihre centrische Linie herumgedreht wird und nothwendig in *jeder* Lage möglichst die *gleiche* Stärke haben mufs: indessen läfst sich ihr doch füglich ein Querschnitt geben, mit welchem sie, ohne mehr zu wiegen, eine stärkere Widerstandskraft gegen das Zerbrechen bekommt, als durch die reine cylindrische Form. Es ist nemlich, ohne besondere Auseinandersetzung, leicht zu sehen, dafs, vermöge des vorhingedachten Princips für die Tragkraft der Balken, eine Achse, von welcher gleichsam nur der Kern ein Cylinder wäre, aus dessen Oberfläche aber rund um, längsaus, schmale und hochkantige Schienen herausträten, stärker sein würde, als eine rein-cylindrische Achse. Also, wenn man den Achsen der Eisenbahnwagen etwa die Form eines Bündels zusammengeschmiedeter Cylinderstäbe gäbe, oder, im Querschnitte die Form eines regelmäfsi-

gen Vielecks von einer *ungeraden* Zahl von Seiten, z. B. die Form eines *Neunecks*, aus dessen jeder Seite ein *gleichseitiges Dreieck* heraustritt, also im Ganzen die Form eines neunspitzigen *Sterns* (die Spitzen und Winkel natürlich etwas abgerundet): so würde eine solche Achse gegen den Bruch stärkeren Widerstand leisten, als eine rein-cylindrische Achse von *gleichem* Gewicht. Zwar würde sich eine so geformte Achse schwerer *schmieden* lassen, als eine cylinderförmige: aber es scheint nichts zu hindern, die Achsen, statt sie zu *schmieden*, auch zu *walzen*. Denn auch die Schienen für die Eisenbahnen werden ja *gewalzt*, und auch sie haben Lasten zu tragen und beständigen Stöfsen zu widerstehen, welche sie zu zerbrechen trachten; und die *gewalzten* Schienen leisten diesen Widerstand auf das Beste. Durch das *Walzen* aber dürfte sich dem Querschnitte der Achsen ohne alle Schwierigkeit die *Bündelform*, oder ihrem Querschnitte die *Sternform* geben lassen. Dieser Vorschlag dürfte daher der Beachtung und des Versuches werth sein. Dafs die bündel- oder sternförmigen Achsen an den Enden rund abgedreht werden müssen, macht fast keinen Unterschied; denn auch die cylindrischen Achsen müssen an den Enden abgedreht werden.

Sollte sich indessen die Bündel- oder die Sternform für Achsen in der Ausführung dennoch zu schwierig zeigen, so gäbe es noch ein zweites einfaches Mittel, die Achsen, ohne ihr Gewicht zu vergröfsern, stärker zu machen. Da nemlich die schwächste Stelle einer Achse, wie oben bemerkt, in der Mitte ihrer Länge liegt, so wird die Achse verstärkt, wenn man sie in der Mitte dicker macht, als gegen die Enden hin. Man gebe also den Achsen, wenigstens denen der *Personen- und Güterwagen*, nicht sowohl die Form eines *Cylinders*, als vielmehr die Form zweier *abgekürzten Kegel*, die in der Mitte mit ihrer *gröfsern* Grundfläche zusammenstofsen. Solche Achsen werden sich ohne Bedenken *schmieden* lassen. An dem Tender eines Dampfwagens, Jackson genannt, haben sie z. B. diese Form erhalten. (Man sehe *Armengaud l'industrie des chemins de fer. Livr. 2. table 13.*) Für die Trieb-Achsen der *Dampfwagen* pafst diese Form weniger. Die Achsen der Dampfwagen mache man also, um sie zu sichern, lieber *noch* etwas stärker als gewöhnlich (in so fern nemlich etwa Anfangs sich die Bündel- oder Sternform als zu schwierig ausführbar sich ergeben sollte). Durch die gröfsere Dicke wird ihr Gewicht noch nicht eben gröfser werden, als das einer gewöhnlichen Achse mit den

Kurbeln zwischen den Rädern, weil eine Achse mit Kurbel-Armen *aufserhalb* der Räder, *jedenfalls kürzer* ist, als jene, da sie nicht, wie jene, *vier* Kurbel-Arme hat, sondern nur *zwei*.

Eine wesentliche, auch zur Vermehrung der Sicherheit gereichende Verbesserung der Dampfwagen dürfte auch die des Herrn *Bury* sein, der die Tragbäume der Dampfwagen nicht, wie gewöhnlich, *aufserhalb* der Räder, sondern, wie man es auf der 28sten Tafel des obengenannten Werks von *Armengaud* vorgestellt findet, zwischen sie legt; und zwar deshalb, weil auf diese Weise, im Fall eines Bruchs einer Achse, die Spurkränze der Räder nicht von den Schienen abgelenkt, sondern vielmehr an dieselben angedrückt werden, so dafs also der gebrochene Wagen weniger leicht aus den Schienen kommen kann; was besonders zu fürchten ist, weil dann der Wagen nothwendig viel plötzlicher stehen bleiben mufs und also der Stofs auf ihn viel heftiger ist, als wenn er noch weiter fort zu laufen vermag.

2. Ein anderes Vorbeugungsmittel gegen die Gefahren eines Bruchs von Achsen und Rädern ist, dafs man *keinem* Wagen, wenigstens nie dem *Dampfwagen*, blofs *zwei Paar* Räder giebt, sondern den Personen- und Lastwagen wenigstens *drei Paar* und den Dampfwagen *vier Paar* Räder: zwei Paar vor und ein Paar hinter der Trieb-Achse. Auf der Potsdamer Bahn haben selbst die ältesten Dampfwagen sechs Räder. Schon sechsrädrige Wagen haben vor den vierrädrigen mehr als einen Vorzug. Bricht nemlich an einem vierrädrigen Wagen eine der Achsen, oder ein Rad, so fällt der Wagen in der Regel um, stürzt zusammen, und kann nicht weiter kommen; was offenbar, besonders bei einem Dampfwagen, die allergröfste Gefahr zur Folge hat. Anders ist es bei einem sechsrädrigen, und noch besser bei einem achträdrigen Wagen. Er kann sich noch auf den übrigen Rädern und Achsen halten, nachdem die eine Achse oder eins der andern Räder gebrochen ist. Sodann läfst sich die Last auf mehrere Räder besser *vertheilen*, als auf vier; und wirkt also weniger stark auf die Achsen und Räder; auch haben, was sehr wichtig ist, die Schienen von einem mehrrädrigen Wagen weniger an einer und derselben Stelle zu tragen. Endlich bedürfen bei den Dampfwagen mit mehreren Rädern die Triebräder, zwischen den übrigen Räderpaaren stehend, keines Spurkranzes, und es findet also keine Reibung derselben *seitwärts* an den Schienen Statt, die bei den vierrädrigen Dampfwagen ein Kraftverlust ist. Allen

übrigen Wagen ebenfalls wenigstens sechs, statt vier Räder zu geben, ist zwar nur auf noch bevorstehenden Eisenbahnen und auf den schon vorhandenen nur füglich allmälig ausführbar, so wie die etwa noch vorhandenen vierrädrigen Wagen abgängig werden: allein die vierrädrigen *Dampfwagen* sollten auch da, wo sie schon vorhanden sind, entfernt werden; der gar zu grofsen Gefahr wegen. Es läfst sich zwar Verschiedenes auch *gegen* die mehrrädrigen und *für* die vierrädrigen Wagen, z. B. unter andern sagen: die Last ruhe *doch* immer nur auf vier Rädern, nicht auf allen sechsen, weil der Wagen nie auf einer vollkommenen Ebene stehe. Dem ist aber nur scheinbar so: denn, wenn auch der Wagen freilich auf keiner vollkommnen Ebene steht, so sind doch auch eben so wenig seine Tragbäume vollkommen unbiegsam; und in so starkem Maafse weicht die Fläche, auf welcher der Wagen steht, von der Ebene nicht ab, dafs sich so die Last nicht auf die sechs Puncte vertheilen sollte. Man könnte, mit gleichem Scheingrunde erwiedernd, sagen: nicht auf vier, sondern nur auf *drei* Puncten ruhe eigentlich die Last des Wagens; denn drei Puncte, nicht vier, sind es bekanntlich, in welchen ein vollkommen starrer Körper aufruht: dafs aber ein Wagen nur auf drei Rädern ruhe, wird wohl Niemand behaupten wollen. Auch vielerlei Anderes noch mag sich für die vierrädrigen Dampfwagen aufbringen lassen; besonders wenn es darauf ankommt, die Beibehaltung solcher *vorhandenen* Wagen zu vertheidigen. Aber, wofür lassen sich nicht Gründe aufstellen! Selbst für Das, was *zuverläfsig* nicht richtig ist, finden sich deren. Die Verhandlungen z. B. in berathschlagenden Versammlungen und die Vertheidigungsreden in den Processen beweisen es zur Genüge. Auch können dergleichen Gründe wirklich *an sich* ganz gut sein; denn *Alles* hat seine Licht- und seine Schattenseite: indessen kommt es offenbar für das *richtige Resultat* darauf an, welche Gründe die anderen *überwiegen;* und die Gründe *gegen* die vierrädrigen Dampfwagen dürften wohl unzweifelhaft wichtiger und dringender sein, als die *für* dieselben. Schon allein der Umstand, dafs, wie z. B. von Herrn *Seguier* sehr richtig bemerkt worden ist, dadurch, dafs die Richtung des Zugs eines Dampfwagens um den Halbmesser der Triebräder *höher* liegt, als der Ort des Widerstandes der Reibung der Räder auf den Schienen (so, dafs ein *Winkelhebel* entsteht) und also der vordere Theil eines vierrädrigen Dampfwagens beständig abwechselnd mit der Kraft des Widerstandes *in die Höhe gehoben wird* und wieder auf die *vordere* Achse

hinunter*fällt*, so dafs diese Achse nicht blofs zu *tragen* hat, sondern sogar beständige *Stöfse* bekommt (was auch vielleicht die wirkliche Ursach sein mag, weshalb bei dem Versailler Unfall gerade die *vordere* Achse, nicht die Trieb-Achse, gebrochen ist), ist so *sehr* erheblich, dafs die vierrädrigen Dampfwagen, was auch sonst für sie, rücksichtlich ihrer gröfsern Wohlfeilheit, Leichtigkeit u. s. w. zu sagen sein mag, den mehrrädrigen wohl entschieden nachstehen dürften; selbst wenn wirklich die oben (in §. 1.) gedachte Verbesserung des Herrn *Bury* die Folge haben sollte, dafs ein vierrädriger Wagen noch mit gebrochener Achse seinen Weg fortsetzen kann. Sogar die Erfahrung im Grofsen, die sich, nach Herrn *Mambry*, auf den Eisenbahnen in England ergeben hat, dafs vierrädrige Dampfwagen viel weniger oft verunglückt sind, als sechsrädrige, beweiset noch nicht ihren Vorzug. Der Grund davon kann auch in der bessern und sorfältigern Bau-Art, in der gröfsern Leichtigkeit der Wagen und in vielen andern Dingen liegen; und dann wiegt der Unfall auf der Versailler Bahn, an welchem ein vierrädriger Wagen die Schuld hat, wohl gar viele andere auf.

Die Ursach, warum Dampfwagen, nach der Meinung des Verfassers des gegenwärtigen Aufsatzes, *acht* Räder haben sollten, ist, dafs der vordere Theil des Wagens in der Regel um 30 bis 40 Ctr. schwerer ist, als der hintere, und dafs also die vordere Achse eines sechsrädrigen Dampfwagens ein solches Gewicht mehr zu tragen bekommt, als die hintere. Dieserhalb dürfte es natürlich sein, den vorderen Theil des Wagens durch *zwei* Achsen zu unterstützen, während für den hintern Theil, dessen Zusammenbrechen aufserdem weniger Gefahr bringt, *eine* Achse völlig hinreicht. Bricht an einem achträdrigen Wagen eine der vier Achsen, welche es auch sein mag, so fällt der Wagen immer noch nicht auf den Boden, sondern kann seinen Weg noch fortsetzen; was bei vierrädrigen und sechsrädrigen Wagen weit weniger möglich ist. Ist es aber nur möglich zu machen, dafs ein Dampfwagen, wenn daran eine Achse oder ein Rad bricht, nicht zur Erde fällt und deshalb plötzlich stille stehen mufs, sondern seinen Weg noch fortsetzen kann, so ist alle Gefahr, die von diesem Unfall herkommen kann, gehoben. Denn die Gefahr entsteht nur daraus, dafs die Bahnenwagen auf den Dampfwagen, falls derselbe plötzlich still steht, mit grofser Heftigkeit aufstofsen. Wird aber der Dampfwagen durch einen Achsen- oder Radbruch nur nicht plötzlich in seinem Laufe gehemmt, so

darf nur der Führer nicht ihn anhalten, sondern vielmehr für den Augenblick nur noch stärker antreiben, während zugleich die Bahnwagen von dem Dampfwagen *abgelöset* und allmälig gehemmt werden. Hat erst der Dampfwagen hinreichend von dem Wagenzuge sich *entfernt*, so ist er demselben auf keine Weise mehr gefährlich. Für sechsrädrige Wagen könnte man zwar, nach dem Vorschlage des Herrn *v. Pambour*, auch das Gewicht des Tenders benutzen, um, im Fall die vordere Achse des Dampfwagens bricht, das Uebergewicht des vordern Theils dieses Wagens abzuhalten, dafs es den Wagen vorn auf den Boden hinabdrücke: aber diese Aushülfe ist doch wohl immer etwas mifslich; und sicherer sind offenbar *zwei* Paar Räder unter dem vorderen Theile des Dampfwagens. Es scheinen also *vier* Achsen und *acht* Räder an den Dampfwagen eines der wesentlichsten und nothwendigsten Mittel zur Abwendung der Gefahren für die Personenwagen zu sein.

3. Ein weiteres Mittel, die Wirkungen und Gefahren eines Achsen- oder Radbruchs, oder auch einer andern *plötzlichen* Hemmung des Laufes eines einzelnen Wagens zu entfernen, dürfte sein, dafs man die Ketten, mittelst welcher die Wagen aneinander gehängt sind, nicht sowohl in feste *Haken* greifen läfst, in Folge dessen, wenn nicht etwa die Ketten oder Haken *zerreifsen*, die dem gebrochenen Wagen *vorauflaufenden* Fuhrwerke nothwendig einen fast eben so starken Stofs erleiden, als der zerbrochene Wagen selbst und die ihm *nachfolgenden:* sondern, dafs man die Wagen auf eine solche Weise aneinander hängt, dafs, sobald der Zug an einen plötzlich gehemmten Wagen vermöge der in Bewegung begriffenen, ihm vorauflaufenden Massen auf einmal *weit* über das gewöhnliche Maafs zunimmt und zu einem *Ruck* wird, die Ketten oder Haken, *ohne* zu zerreifsen, von selbst loslassen müssen; wodurch dann der Stofs und dessen gefährliche Wirkung, wenigstens für die *vorauflaufenden* Wagen, sehr ermäfsigt werden wird. Es liefsen sich leicht mehrere zu diesem Zweck dienliche Mittel finden. Eins der einfacheren dürfte sein, dafs man der Kette, statt des *Hakens*, mit welchem sie einen Wagen erfafst, eine starke stählerne Feder von der Form $<$ giebt, die in ein Eisen, gleichsam von der Form eines Mauls oder Gebisses, gelegt ist. Die Feder müfste so stark sein, dafs sie durch den stärksten *gewöhnlichen* Zug zwar zusammengedrückt, aber nicht ganz aus dem Gebisse herausgerissen wird: wohl aber durch einen, den stärksten gewöhnlichen Zug an Kraft

übersteigenden Ruck. Es würde dann, im Fall ein Wagen sich plötzlich gehemmt findet, das Gebifs die Feder fahren lassen müssen, und die dem gebrochenen Wagen vorauflaufenden Fuhrwerke würden, ohne besondere Erschütterung erlitten zu haben, ihren Weg fortsetzen können, bis man sie durch die gewöhnliche Hemmung *allmälig* zum Stillstand gebracht hat. Dafs das Gebifs auch schon dann, wenn es *nicht* geschehen soll, nemlich beim Anfange der Bewegung eines Wagenzuges, wo allerdings jeder Wagen ebenfalls erst durch einen gewissen Ruck in Bewegung gebracht wird, die Feder loslassen werde, ist nicht zu besorgen, wenn nur die Feder, die in dem Gebisse steckt, gegen *diesen* Ruck stark genug ist; und das kann sehr wohl sein; denn der Ruck an die auf Rädern stehenden Wagen, beim Anfange einer Fahrt, ist *bei weitem* schwächer, als der, wenn die angezogenen Wagen nicht mehr folgen *können;* auch erfolgt er, wegen der an dem Wagen befindlichen Zugfedern, nie *plötzlich.*

4. Der heftige *Stofs,* welchen, wenn ein Wagen in der Reihe des Zuges bricht, besonders die, welche ihm *nachfolgen,* erfahren, ist eine der Hauptveranlassungen zur Beschädigung der Passagiere. Jetzt sind, diesen Stofs zu schwächen, blofs die *Stofsfedern* vorhanden, von der Form der Druckfedern, welche man die Kasten der Wagen tragen zu lassen pflegt, unter dem Boden der Wagen horizontal liegend. Diese Stofsfedern sind aber schon an sich unvollkommen genug, denn sie geben blofs um einige, höchstens 8 bis 9 Zoll nach. Ein so geringes Nachgeben ist offenbar unzureichend, um, im Fall ein Wagen beinahe plötzlich fast ganz still steht, die ungeheure bewegende Kraft, welche eine, mit einer Geschwindigkeit von vielleicht 40 und mehreren Fufsen in der Secunde sich fortbewegende schwere Last besitzt, ohne die heftigste Erschütterung aufzuheben; und das um so mehr, weil der Widerstand selbst, welchen eine solche Stofsfeder leistet, verhältnifsmäfsig nur gering ist und die Feder sicherlich durch eine *bei weitem* geringere Kraft, als jene bewegte Masse hat, schon *völlig* gerade gebogen werden kann, so dafs die Feder zwar für das gewöhnliche Aufeinanderstofsen der Wagen, wenn sie allmälig in Ruhe kommen, ganz zweckmäfsig ist, nicht aber für den ungewöhnlichen, heftigen Stofs, wenn einer der Wagen plötzlich still steht.

Etwas würde nun schon gewonnen werden, wenn man statt der bisherigen, den Druckfedern ähnlichen Stofsfedern, starke stählerne *spiralförmige* Federn, in eisernen, unter den Boden der Wagen zu legende

Hülsen eingeschlossen, machte, die in diese Hülsen mittelst starker eiserner Stangen bei dem Aufeinanderstofsen der Wagen allmälig *zusammengedrückt* (nicht von einander gezogen) werden. Man stelle sich, unter den vorauflaufenden, so wie unter den nachfolgenden Wagen liegend, 3 Fufs lange Hülsen und 6 Fufs lange, starke Stangen vor, die von der einen bis zu der andern reichen: so können diese Stangen, falls die Wagen in den Fall kommen, heftig aufeinanderzustofsen, an *4 bis 5 Fufs lang* in die Hülsen hineingedrückt werden, ehe die Federn aufhören nachzugeben. Der nachfolgende Wagen hätte also nun schon, statt 8 bis 9 Zoll, wie jetzt, wenigstens noch 4 bis 5 Fufs zu durchlaufen, ehe er den völlig starren Widerstand erreicht; und das würde offenbar den Stofs, wenn auch nicht ganz unschädlich machen, so doch sehr schwächen und vermindern. Machte man die Hülsen noch um etwas, etwa um 8 bis 9 Zoll, also die Stangen um doppelt so viel länger, und legte in die Hülsen auch noch entgegengesetzte Spiralfedern, die sich auf die Boden der Hülsen stemmen, *durch* welche die Stange geht, so könnte die Vorrichtung auch zugleich die Stelle der *Zugfedern* vertreten; und so würde sie wahrscheinlich auch *wohlfeiler* sein, als die jetzigen Stofs- und Druckfedern. Die Ketten fielen dann weg, und die Stangen verträten ihre Stelle. Der *Boden* der Hülse, *durch* welche die Stange geht und auf welche die *Zugfeder* sich stemmt, müfste dann etwa die obenbeschriebene Einrichtung, mit der starken, durch ein Gebifs gehaltenen Feder bekommen.

Um aber auch den heftigen Stofs, der immer noch zu besorgen ist, wenn die Stangen und die Spiralfedern zu wirken *aufhören*, noch mehr zu vermindern, dürfte ferner folgendes einfache und wenig kostbare Mittel anwendbar sein. Man befestige nemlich vor und hinter jeden Wagen, in seiner ganzen Breite, lederne, cylindrische, $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fufs im Durchmesser haltende, mit Wachstuch bedeckte und mit Wolle ziemlich fest ausgestopfte Säcke, die zur Berührung gelangen kurz vorher ehe die Stofsspiralfedern zu wirken aufhören. Diese Säcke würden, indem die Wolle sich zusammendrückt, den die Spiralfedern überwältigenden Stofs auffangen und ferner sehr wirksam schwächen.

5. Eine wesentliche Gefahr entsteht, nicht blofs für Passagiere auf Eisenbahnen, sondern sogar für alle in Wagen Fahrende, wenn sie die Wagen, ehe dieselben völlig still gehalten haben, oder gar *während* einer schnellen Fahrt verlassen; wozu sie auf Eisenbahnen sich bewogen finden

können, wenn durch irgend einen Bruch oder Schaden eine noch gröfsere Gefahr dem Wagenzuge zu drohen scheint. Die Gefahr des Herausspringens aus Wagen während der Fahrt ist so ziemlich Jedermann bekannt: sei es aus den Gesetzen der Bewegung selbst, oder aus eigner Erfahrung, oder aus einem dunklen Gefühl. Aber weniger allgemein anerkannt dürfte es sein, dafs es *völlig unmöglich* ist, die Gefahr und schwere Verletzungen bei grofsen Geschwindigkeiten ganz abzuwenden. Viele glauben, wenn sie nur *geschickt* aus dem Wagen springen, ohne Schaden wegkommen zu können: allein das ist bei sehr schneller Bewegung *völlig unmöglich;* es hilft *keine* Geschicklichkeit und *keine* Vorsicht *ganz:* ein *unglücklicher* Sprung kann die Gefahr und den Schaden noch vergröfsern, aber verhüten läfst sie sich, bis zur Lebensgefährlichkeit hin, durch *keine* Art des Sprunges. Vielleicht ist es nicht unnütz, auf diesen Gegenstand etwas näher einzugehen und die so eben aufgestellte Behauptung näher zu *beweisen.*

Jedem in einem Wagen befindlichen und mit demselben fortbewegten Körper, also auch den in einem Wagen sitzenden Personen, wird nemlich durch die Fortbewegung des Wagens dieselbe Fortbewegungs-Geschwindigkeit mitgetheilt, die der Wagen selbst hat. Der bekannte Versuch mit einem Steine, oder einem andern Körper, den man, in einem fortbewegten Wagen sitzend, aus der Hand auf den Boden des Wagens fallen läfst, macht dies anschaulich. Der Stein fällt genau auf *dieselbe* Stelle des Wagenbodens hin, die er erreichen würde, wenn der Wagen *still stände;* woraus folgt, dafs der Stein *dieselbe* Fortbewegungs-Geschwindigkeit haben müsse, wie der Wagen selbst: denn hätte er sie nicht, so müfste er eine *andere,* weiter *zurückliegende* Stelle des Wagenbodens erreichen, weil der Wagen während des Fallens des Steins weiter fortgerückt ist. Wenn also eine Person während des Laufes eines Wagens aus demselben hinausspringt, so wird sie, auch noch nachdem sie den Wagen schon *verlassen* hat, während des Moments, den der Sprung dauert, bis ihre Füfse den Boden erreicht haben, vermöge der ihr durch den Zug des Wagens, gleich jenem Steine, mitgetheilten Fortbewegungs-Geschwindigkeit, noch in der Luft gleichsam fortgeschleudert. So wie nun aber die Füfse der Person den festen, ruhenden Boden erreichen, wird die Fortschleuderung des *untern* Theils des Körpers urplötzlich gehemmt, nicht aber die seines *oberen* Theils, und folglich wird dieser

obere Theil, besonders der Kopf, ganz unvermeidlich mit einer Gewalt, die ungeheuer ist, wenn die Geschwindigkeit der Fortbewegung grofs war, zu Boden geworfen, und es wird unausbleiblich der Kopf zerschmettert, oder, wenn man Arme und Hände vorhält, so werden diese zerbrochen werden. *Neigt* etwa der Springende während des Sprunges seinen Körper nach derjenigen Seite hin, nach welcher der Wagen sich hinbewegt, so ist zwar dann die *Höhe* des Falls des oberen Körpertheils geringer: aber die Gewalt des Falles wird auch wieder durch das eigene Gewicht des Körpers noch verstärkt, weil die Person in der *schrägen* Stellung fallen würde, auch wenn der Wagen still gestanden hätte. Neigt, umgekehrt, der Springende seinen Körper beim Sprunge nach der entgegengesetzten Seite, von welcher der Wagen *herkommt*, so kann zwar, wenn die Neigung ganz richtig abgemessen ist, die dem oberen Theile des Körpers von dem Zuge des Wagens, gleich dem oben gedachten Steine, mitgetheilte Fortbewegung, die aus der schrägen Stellung entstehende Neigung zum Fallen nach der entgegengesetzten Seite hin aufheben, und es kann dadurch geschehen, dafs der Springende *nicht fällt:* aber sein Körper bekommt dann beim Aufstofsen seiner Füfse auf den Boden, durch die Kraft, mit welcher ihn der Wagen fort und auf den Boden geschleudert hat, einen Stofs, schräg von unten nach oben, der bei grofser Geschwindigkeit so heftig sein kann, dafs die Beine oder der Rückgrat verstaucht oder gebrochen werden. Welche Lage man also auch seinem Körper bei dem Sprunge geben mag: immer ist die Gefahr und der Schaden *unvermeidlich*, und bei grofser Geschwindigkeit *lebensgefährlich*. Das Eine oder das Andere geschieht immer: entweder der obere Theil des Körpers, und besonders der Kopf, wird mit Gewalt auf den Boden geschleudert, oder: wenn der Körper nicht fällt, so bekommt er einen so heftigen Stofs schräg von unten nach oben, dafs die Glieder verstaucht und zerbrochen werden können. Die Gefahr wird nur allein vermindert durch die *Mäfsigkeit* der Geschwindigkeit der Fahrt, oder, wenn man nicht auf *festen* Boden, sondern etwa in sehr weichen Sand, oder in einen Heuhaufen, oder ins Wasser, oder sonst in eine sehr weiche Masse springt. Aber, da dies auf einer Eisenbahn wohl nur selten der Fall sein wird, vielmehr hier die Gefahr noch dadurch vergröfsert wird, dafs der Herausspringende auf die harten Quer-Unterlagehölzer treffen, oder beim Umfallen unter die Räder der Wagen gerathen kann, so geht Der, welcher bei gröfserer Geschwindigkeit,

z. B. bei der auf Eisenbahnen gewöhnlichen Geschwindigkeit der Fahrt von 4, 5 bis 6 Meilen in der Stunde, aus einem Wagen springt fast eben so gewifs einem sichern Tode, oder doch der gräfslichsten Verstümmelung entgegen, als würde er von den Rädern der Wagen zermalt. Alle Vorsicht und Geschicklichkeit beim Sprunge kann die Gefahr und den Schaden *durchaus nicht* abwenden.

Obgleich dies nun völlig gewifs ist, und es auch wohl ziemlich von Jedermann geahnet wird, so lehrt doch die Erfahrung, dafs sich gleichwohl so Mancher nur zu leicht in eine ähnliche, wenn auch geringere Gefahr begiebt; und das sogar öfters schon *ohne* dringende Noth. Wenn die Gefahr unbedeutend ist, nemlich, wenn der Wagen nur langsam sich fortbewegt, darf man den Irrthum oder Leichtsinn noch nicht allzu strenge tadeln. Er ist vielmehr gewissermaafsen natürlich, und auf Eisenbahnen, besonders bei der Beendigung einer Fahrt, ist er es um so mehr. Jeder wünscht den Wagen sobald als möglich zu verlassen, um wieder Herr seiner Glieder zu werden. Auf einer Eisenbahn sind theils durch die schnelle Fahrt die Lebensgeister mehr aufgeregt, theils ist es natürlich, dafs man, gleichsam unbewufst, wünscht, nicht minder schnell, als man fortbewegt wurde, nun auch weiter seinen Weg fortzusetzen. Es ist also *natürlich*, dafs man, nachdem man auf einer Eisenbahn *ans Ziel* gelangt ist, dränge und eile, den Wagen zu verlassen. Das Herausspringen aus den Wagen ohne Noth, während sie im *schnellen* Lauf sind, ist aber freilich nicht zu entschuldigen; denn hier ist die Gefahr ungeheuer; und ein Glück ist es noch, wenn Der, welcher es unternimmt, mit dem Leben davon kommt und blofs seine Glieder zerbricht *).

Um nun jene Gefahr sicher und unter allen Umständen abzuwenden, pflegt man auf Eisenbahnen die Thüren der Wagen so zu verschliefsen, dafs sie *von innen* nicht geöffnet werden *können*. Die *Absicht* davon ist offenbar ganz gut; auch ist gewifs eben sowohl eine Pflicht als ein Recht für die Unternehmer einer Eisenbahn vorhanden, nicht bei blofsen Warnungen gegen die Gefahr stehn zu bleiben, sondern irgend Etwas zu thun, um auch die Leichtsinnigen abzuhalten, sich einer Gefahr auszusetzen, die sie in den meisten Fällen vermeiden *können*. Denn: eben so wie es z. B.,

*) Dieser Paragraph ist am 11ten Juni 1842 geschrieben und am 14ten Juli 1842 in der Akademie vorgelesen.

vergleichsweise, nicht genug ist, an Stellen eines Gewässers, die gefährlich sind, gegen das Baden daselbst blofs zu warnen, sondern die Behörde auch unstreitig die Pflicht und das Recht hat, Diejenigen, welche die Warnung nicht achten *wollen*, dennoch davon durch angemessene Mittel abzuhalten, weil unter denselben auch Solche sein können, die noch nicht einsehen, was ihnen taugt, z. B. Kinder: so haben auch die Eisenbahn-Unternehmer die Pflicht und das Recht, die Passagiere, selbst gegen ihren Willen, abzuhalten, dafs sie sich nicht in eine Gefahr stürzen, die nicht immer zu bestehen nothwendig ist. Man könnte freilich hier einwenden, dafs das Herausspringen auch schon aus *gewöhnlichen* Fuhrwerken während der Fahrt gefährlich genug sei und dafs doch dagegen nirgends Abhaltungs-Anordnungen nöthig gefunden werden. Es ist indessen nicht zu vergessen, dafs *hier* Abhaltungsmittel kaum *möglich* sein würden, wenigstens nicht auf andern als etwa öffentlichen Postwagen, indem schwerlich Jemand gezwungen werden kann, in seinem eignen Wagen etwas zu unterlassen, was er nicht unterlassen will. Anders ist es auf Eisenbahnen. Hier mufs der Zwang als *möglich* zugegeben werden; und also scheint es hier auch gewifs, dafs er Statt finden *müsse* und Statt finden *dürfe*.

Eben so gewifs, wie die Gefahr selbst, dürfte es nun aber sein, dafs das *Verschliefsen der Thüren* nicht das *rechte* Abhaltungsmittel sei, weil daraus möglicherweise andere, eben so grofse und noch gröfsere Gefahren entstehen können; wie es der traurige Fall auf der Versailler Eisenbahn gezeigt hat; denn die Menschen können in den Wagen den *Feuertod* erleiden müssen, wenn sie durch verschlossene Thüren verhindert werden, Mittel zu ihrer Rettung zu ergreifen, die, wenn der Wagen schon still steht, oder doch nur noch langsam sich bewegt, auch ganz möglich sind. Das Verschliefsen der Thüren ist noch um so gefährlicher, da ein Wagen, wie wir weiter unten berühren werden, auch dann schon nur zu leicht in Brand gerathen kann, wenn er auch gerade noch nicht von der Glut des Dampfwagens angezündet wird; und wenn nun auch gleich in solchen Fällen während des Laufs der Wagen das Rettungsmittel gefährlich und mifslich ist, so ergreift doch Jeder, wenn die Noth drängt, noch gern Alles, was ihn doch noch vielleicht *möglicherweise* retten könnte, ehe er sich dem *gewissen*, qualvollen Tode hingiebt; und daran darf er keinesweges verhindert werden. Das Verschliefsen der Thüren ist, um auf den obigen Vergleich beim Baden zurückzukommen, etwa so, als wenn man, zu dem

Zweck, das Baden an gefährlichen Stellen zu verhindern, die Rettung der dennoch dort Badenden unmöglich machen wollte. Es sind also jedenfalls andere Mittel zur Abwendung der Gefahr nöthig, als das *Verschliefsen der Thüren.*

Schlüssel im Innern der Wagen, um die Wagen im Nothfall öffnen zu können, sind schwerlich das rechte Mittel. Denn, sind die Schlüssel versteckt, so nutzen sie nichts. Sind sie es nicht, so bürgt wenig dafür, dafs sich die Passagiere des Schlüssels nicht auch schon ohne Noth bedienen; auch ist gerade ein *Schlüssel* in dem Augenblicke der Noth und Angst ein mifsliches Ding. Könnte man in *jedem* Wagen und in *jedem* Coupé einen *Führer* mitfahren lassen, so wäre es freilich ein Anderes: aber das geht offenbar nicht an. Das Abhaltungsmittel mufs möglichst von der Art sein, dafs es die Passagiere *bis auf einen gewissen Punct* vom Eröffnen der Thüren zurückhält, aber die Oeffnung derselben ihnen nicht *unmöglich* macht.

Vielleicht dürfte, aus diesem Gesichtspunct betrachtet, folgendes Mittel zweckmäfsig sein. Man verschliefse nemlich die Thüren *gar nicht* durch *Schlösser* und *Schlüssel,* weder von aufsen, noch von innen, sondern blofs durch eine starke, gewöhnliche Ueberfallklinke, die aufsen und innen einen Handgriff hat, um sie zu heben. Eine solche Klinke ist besser als Schlofs und Schlüssel, denn sie ist einfacher, Jedem bekannt und kann weniger leicht den Dienst versagen, selbst als ein *Riegel,* und noch weniger als ein *Schlofs.* Ueber den *innern* Handgriff der Klinke spanne man dann, fest auf die Wand der Thür anliegend, aber nicht auf*geklebt,* ein etwas verziertes Tuch, aus nicht ganz wohlfeilem Stoffe, an welches oben ein oder ein Paar Lappen genäht sind, vermittelst welcher das Tuch im Fall der Noth auch von der schwächsten Hand *abgerissen* werden kann, um den Handgriff der Klinke von Innen zugänglich zu machen. Wer dann dieses Tuch *ohne Noth* abreifst, würde es unnachsichtlich *bezahlen* müssen, wenigstens mit einigen Thalern, und billigerweise noch mit ein Paar Thalern Bufse obendrein, zum Ersatz des Schadens, dafs der Wagen bis zur Herstellung des Tuchs nicht gebraucht werden kann. Dieses würde gar Viele abhalten, von ihrem Recht, *in dem Fall der wirklichen Noth* das Tuch abzureifsen, anders als in solcher *wirklichen Noth* Gebrauch zu machen. *Dagegen,* dafs die Passagiere nach Beendigung der Fahrt die Thüren nicht eigenmächtig von innen öffnen, würde es gewifs *ganz* sicher schützen. Das Mittel ist einfach und wenig kostbar; denn es

erspart auch noch zugleich die *Schlösser*. — Wahrscheinlich giebt es auch noch andere Mittel, die noch besser sind. Das so eben beschriebene scheint aber wenigstens der Erwähnung und der Beachtung werth zu sein.

Zweitens. Es können die Fuhrwerke auf Eisenbahnen entweder durch Funken aus dem Dampfwagen, oder, wenn sie, nachdem der Lauf des Dampfwagens durch irgend einen Schaden plötzlich gehemmt worden ist, auf denselben stofsen, wie es auf der Versailler Bahn geschehen ist, unmittelbar durch die Glut desselben, oder auch durch Funken und Feuer aus dem Innern der Fuhrwerke selbst, in Brand gerathen; was denn offenbar für die darin befindlichen Personen von der äufsersten Gefahr ist; wegen der Schwierigkeit, augenblicklich den Zug der Wagen zu hemmen und Löschmittel herbeizuschaffen.

6. Die Gefahr der Entzündung durch *Funken aus dem Dampfwagen* ist im Grunde für die Fuhrwerke selbst nicht grofs: denn so ganz leicht kann dadurch ein *Wagen* selbst noch nicht in Brand gerathen. Gröfser ist die Gefahr, dafs die *Kleider* der Passagiere, besonders die zum Theil aus dünnen Stoffen bestehenden und leichter brennbaren Kleider der Frauenzimmer, durch Funken entzündet werden; so wie auch, dafs leicht entzündliche Güter, welche etwa auf den Wagen sich befinden, durch dergleichen Funken in Brand gesetzt werden.

Das sicherste Mittel gegen *Funken* von aufsen ist unstreitig eine nicht ganz leicht entzündliche gänzliche *Bedeckung* der Wagen. Denn sind die Personenwagen bedeckt, und haben sie Fenster, so kommt es nur auf einige Vorsicht der Passagiere an, um sich durch das Verschliefsen der Fenster gegen Funken von aufsen zu schützen; und sind die Güterwagen bedeckt und fest verschlossen, so können ebenfalls Funken von aufsen nicht wohl in dieselben eindringen. Es sollten daher zunächst alle *Güterwagen*, welche zum Transport leicht entzündlicher Dinge bestimmt sind, unbedingt bedeckt und fest verschlossen sein; was auch schon meist der Güter selbst wegen nothwendig sein wird, um sie gegen Regen und Nässe zu schützen. Aufserdem aber sollten, strenge genommen, auch alle *Personenwagen* bedeckt sein. Wer in einem unbedeckten Wagen fahren, oder auf der Decke der Wagen sitzen will, geht immer einer Gefahr entgegen, die unabwendlich ist, so lange zur Transport*kraft* auf Eisenbahnen Dampf und Feuer dienen; denn, obgleich die Dampfwagen rücksichtlich des Funkensprühens schon sehr verbessert worden sind, so dürfte es doch schwer-

lich möglich sein, das Umherfliegen von Funken *ganz* zu verhindern; besonders wenn mit *Holz* geheizt wird; denn es fallen *unvermeidlich* aus dem Rost Kohlen auf den Boden, und diese kann der Wind aufheben und fortführen. Es gesellt sich aufserdem zu der Gefahr der Funken für offene Wagen noch die Unannehmlichkeit des Staubes und der Asche. Die Führer der Wagen, welche nothwendig auf der Decke der Wagen sitzen *müssen*, sollten wie die Feuerleute bei den Lösch-Anstalten gekleidet sein.

Es läfst sich nun aber gegen die *bedeckten* Wagen auf Eisenbahnen einwenden, dafs, wegen ihrer gröfsern äufsern Fläche, bei grofser Geschwindigkeit der Bewegung eine *viel* stärkere Kraft nöthig sei, einen Zug *bedeckter* Wagen dem Winde entgegen fortzuziehen, als einen Zug offener Wagen.

Der Widerstand, welchen ein Wagenzug vom Winde in dem Falle findet, wenn der Zug dem Winde *gerade entgegen* geht, ist nicht eben sehr erheblich, weil es fast nur der *vordere* Wagen ist, der den Widerstand zu überwinden hat, indem er die auf ihn folgenden gegen den Wind deckt. Der Stofs des Windes auf einen Quadratfufs Fläche findet man in Preufsischen Pfunden ungefähr, wenn man die Geschwindigkeit des Windes in Preufs. Fufsen, das heifst den Weg, welchen die Luft in einer Secunde zurücklegt, nachdem dazu die Geschwindigkeit der gegen den Wind fahrenden Wagen hinzugethan worden ist, mit sich selbst multiplicirt und dieses Quadrat durch die Zahl 569 dividirt (Man sehe z. B. die Uebersetzung der Theorie der Dampfwagen von Herrn *v. Pambour* im gegenwärtigen Journal, Band 10. Heft. 3. S. 267). Nun ist ein Wind von 30 Fufs Geschwindigkeit schon bedeutend stark. Bewegt sich ihm also ein Wagen mit $26\frac{2}{3}$ F. Geschwindigkeit (4 Preufs. Meilen in der Stunde) entgegen, so trifft ihn der Wind mit $56\frac{2}{3}$ Fufs Geschwindigkeit und folglich beträgt dann der Stofs $\frac{56\frac{2}{3}.56\frac{2}{3}}{569}$ oder $5\frac{2}{3}$ Pfund auf den Quadratfufs, und folglich der Widerstand, wenn man die Fläche des vordern Wagens zu 24 Q. F. annimmt, 136 Pfund. Dieser Widerstand des Windes ist, wenn z. B. der Dampfwagen 15 Wagen zu 100 Ctr., also 1500 Ctr. fortzuziehen hat, wozu auf horizontaler Bahn ungefähr 10 Ctr. oder 1100 Pfund Kraft nöthig sind, vergleichsweise eben noch nicht sehr bedeutend. Gröfser und bedeutender ist aber freilich die Wirkung des Windes, wenn

der Luftstrom die Wagen *von der Seite* trifft. In solchem Fall ist der aus dem Druck des Windes auf die Seitenflächen der Wagen entstehende Widerstand je nach dem Winkel der Richtung des Windes mit der Fahrbahn stärker oder schwächer, und unter einem gewissen Winkel, der sich nach der Geschwindigkeit der *Wagen* und der Geschwindigkeit des *Windes* richtet, *am stärksten*. Dieser nachtheiligste Winkel beträgt, wenn die Geschwindigkeiten der Wagen und des Windes einander *gleich* sind, 60 Grad; wenn die Geschwindigkeit des Windes gröfser ist, als die der Wagen, nimmt er ab, bis zu der Grenze von 45 Graden; ist sie kleiner, so nimmt er zu, bis zu 90 Graden. Setzt man den Winkel überhaupt 45 Grad, welches auch besser pafst, wenn man aufser auf die Seitenflächen der Wagen auch zugleich auf ihre vordere Flächen Rücksicht nimmt, die freilich durch die vorauflaufenden Wagen zum Theil gedeckt werden, so findet man den Druck des Windes auf einen Quadratfufs der Fläche der Wagen in Preufsischen Pfunden, wenn man zu $\frac{7}{10}$ der Geschwindigkeit der *Wagen* die Hälfte der Geschwindigkeit des *Windes* addirt, die Summe mit der Geschwindigkeit des Windes multiplicirt und das Product durch die obige Zahl 569 dividirt *). Nimmt man also, wie vorhin, z. B. einen Zug von 15 be-

---

*) Diese Regel, so wie was von den Winkeln gesagt worden ist, unter welchen der Widerstand des Windes gegen die Fahrt am *gröfsten* ist, beruht auf mathematischen Rechnungen, die, für den Hauptzweck dieses Aufsatzes, eigentlich nicht hierher gehören. Für Diejenigen, welche die Gründe der obigen Aussagen zu sehen wünschen, mögen indessen die Rechnungen hier angedeutet werden.

Man nehme an, eine Fläche von der Gröfse a mache mit der Richtung der Eisenbahn den Winkel β, stehe aufserdem auf dem Boden senkrecht, werde mit der Geschwindigkeit c auf der Bahn fortbewegt, und der Wind wehe mit der Geschwindigkeit v ihr entgegen, jedoch nicht *gerade* entgegen, sondern in einer Richtung, die mit der Eisenbahn den Winkel α macht: so entsteht aus den beiden Geschwindigkeiten c und v eine mittlere oder zusammengesetzte Geschwindigkeit x, deren Richtung und Gröfse die Diagonale eines Parallelogramms vorstellt, dessen Seiten c und v den Winkel α einschliefsen. Bezeichnet man nun den Winkel, welchen die *innerhalb* des Winkels α liegende Diagonal des Parallelogramms mit der Seite c macht, durch φ, so ist, wie leicht zu sehen,

$$1. \quad \sin\varphi = \frac{v}{x}\sin\alpha \qquad \text{und} \qquad \cos\varphi = \frac{c+v\cos\alpha}{x}.$$

Nun setzt die Fläche a, welche mit der mittlern Geschwindigkeit x einen Winkel $\beta+\varphi$ macht, derselben eine Projection, perpendiculair auf ihr, von der Gröfse $a\sin(\beta+\varphi)$ entgegen. Der Stofs auf diese Projection ist nach bekannten dynamischen Gesetzen (man sehe die vorhin angegebene Stelle in der Uebersetzung der Theorie der Dampfwagen von *Pambour*)

$$2. \quad = a\frac{\lambda x^2}{3g}\sin(\beta+\varphi),$$

deckten Wagen an, deren jeder 12 Fuſs lang und 7 Fuſs im Kasten hoch sein mag, und, wie oben, 30 Fuſs Geschwindigkeit des Windes und 26⅔ Fuſs Geschwindigkeit der Wagen, wovon sieben Zehntheile 18⅔ Fuſs ausmachen, so beträgt der Widerstand des Windes auf einen Quadratfuſs Fläche $\frac{(18\frac{2}{3}+15)\,30}{569}$ oder etwa 1¼ Pfund, und es erfahren also die 15 Wagen an ihren Seitenflächen, welche zusammen 15 mal 84 oder 1260 Quadratfuſs enthalten, einen Widerstand von 1260 mal 1¼ Pfund, thut 2205

---

wo λ das Gewicht eines Cubikfuſses Luft und g die Höhe des freien Falles in der ersten Secunde bedeutet. In Preuſsischem Maafs und Gewicht ist $x = 0{,}08242$ Pfund, $g = 15{,}625$ Fuſs und $\frac{x}{3g}$ ist $= 0{,}0017583$, wofür hier oben der Bruch $\frac{1}{569}$ gesetzt ist. Daſs in dem Ausdruck (2.) ein Nenner $3g$ statt $2g$, wie es nach den reinen dynamischen Gesetzen sein müſste, steht, kommt daher, daſs zufolge *Versuchen* der Stoſs der Luft um so viel geringer ist, als der gröſsere Nenner ausdrückt. Bezeichnet man also nun der Kürze wegen

3. $\frac{\lambda}{3g} = 0{,}0017583 = \frac{1}{569}$ durch k,

so ist der Widerstand, welchen die mit der Geschwindigkeit c gegen den mit der Geschwindigkeit v wehenden Wind fortbewegte Fläche in der Richtung der mittleren Geschwindigkeit x findet, und welcher durch W bezeichnet werden mag,

4. $W = akx^2 \sin(\beta+\varphi)$.

Dieses giebt einen Widerstand *in der Richtung der Eisenbahn*, welcher w heiſsen mag, von

5. $w = W\cos\varphi = akx^2 \sin(\beta+\varphi)\cos\varphi = akx^2\cos\varphi(\sin\beta\cos\varphi+\cos\beta\sin\varphi)$,

und einen Druck *perpendiculair auf die Eisenbahn*, der s heiſsen mag, von

6. $s = W\sin\varphi = akx^2\sin(\beta+\varphi)\sin\varphi = akx^2\sin\varphi(\sin\beta\cos\varphi+\cos\beta\sin\varphi)$.

Setzt man in diese Ausdrücke die obigen Werthe von $\sin\varphi$ und $\cos\varphi$ (1.), so findet sich

7. $w = akx^2\,\frac{c+v\cos\alpha}{x}\left(\sin\beta.\frac{c+v\cos\alpha}{x}+\cos\beta.\frac{v}{x}\sin\alpha\right)$

$= ak(c+v\cos\alpha)(c\sin\beta+v\sin(\alpha+\beta))$ und

8. $s = akx^2\,\frac{v}{x}\sin\alpha\left(\sin\beta.\frac{c+v\cos\alpha}{x}+\cos\beta.\frac{v}{x}\sin\alpha\right)$

$= akv\sin\alpha(c\sin\beta+v\sin(\alpha+\beta))$.

Diese Ausdrücke finden auf die in der Richtung der Bahn selbst liegende *Seitenflächen* der Wagen Anwendung, wenn man darin $\beta = 0$ setzt; denn die Seitenflächen machen mit der Richtung der Eisenbahn den Winkel $\beta = 0$; desgleichen auf die *Stirnflächen* der Wagen, wenn man $\beta = \varphi$ (gleich einem rechten Winkel) setzt; denn die Stirnflächen stehen auf der Bahn perpendicular. Es findet sich also

9. $w = akv\sin\alpha(c+v\cos\alpha)$ und

10. $s = akv^2\sin\alpha^2$

für den Widerstand w, den die *Seitenflächen* der Wagen durch die Luft und den Wind in der *Richtung der Bahn* finden, und für die Kraft s, mit welcher der Wind

Pfund; wozu noch der Stofs auf die Stirn, wenigstens des vordern Wagens, kommt, so dafs also der Widerstand des Windes etwa 20 Ctr. und folglich mehr denn *doppelt* so viel beträgt, als Kraft zum Fortziehen der Wagen auf horizontaler Bahn nöthig ist, und dafs es also eben so ist, als wenn der Wagenzug in ruhiger Luft auf einen Abhang von 1 auf $\frac{1500}{20}$ oder von 1 auf 75 hinaufgezogen werden müfste. Da bis zu diesem Mafs die gewöhnlichen Maschinen ihre Kraft kaum verstärken können, so wird

---

die Wagen seitwärts *auf die Schienen andrückt.* Desgleichen findet sich

11. $w = ak(c+v\cos\alpha)^2$ und

12. $s = akv\sin\alpha(c+v\cos\alpha)$ (wie (9.))

für den Widerstand w und die Kraft s, die sich auf die *Stirnflächen* der Wagen bezieht.

Will man nun wissen, unter welchem Winkel α der Wind auf Eisenbahnen wehen mufs, wenn der Widerstand w und die Kraft s ein *Maximum* oder auch ein *Minimum* sein soll, so mufs man bekanntlich die Ausdrücke von w (9. und 11.) und von s (10. und 12.) nach α differentiiren, die Differentiale gleich Null setzen und die daraus folgenden Werthe von α nehmen. Dieses giebt

13. Für (9.) $akv[\cos\alpha(c+v\cos\alpha)-v\sin\alpha^2] = 0$,

14. Für (10.) $2akv^2\sin\alpha\cos\alpha = 0$,

15. Für (11.) $-2ak(c+v\cos\alpha)\sin\alpha = 0$,

16. Für (12.) $akv[\cos\alpha(c+v\cos\alpha)-v\sin\alpha^2]$, wie (13.).

Aus (13. und 16.) folgt, *gleichmäfsig*,

$$c\cos\alpha+v(\cos\alpha^2-\sin\alpha^2) = c\cos\alpha+2v\cos\alpha^2-v = 0, \text{ oder}$$

$$\cos\alpha^2+\frac{c}{2v}\cos\alpha-\tfrac{1}{2} = 0, \text{ also}$$

$$\cos\alpha = -\frac{c}{4v}\pm\sqrt{\left(\frac{c^2}{16v^2}+\tfrac{1}{2}\right)} \text{ oder}$$

17. $$\cos\alpha = \frac{\sqrt{(c^2+8v^2)}-c}{4v};$$

und unter diesem Winkel ist *gleichmäfsig* der Widerstand der Luft und des Windes, welchen die *Seitenflächen* der Wagen in der Richtung der Bahn finden, nebst dem Seitendruck auf die Schienen, der von der Wirkung des Windes und der Luft auf die *Stirnflächen* der Wagen herrührt, ein *Maximum.*

Aus (14.) folgt

18. $2\sin\alpha\cos\alpha = 0$;

also entweder

19. $\sin\alpha = 0$ und folglich $\alpha = 0$,

welches offenbar dem *Minimo* entspricht, weil die *Seitenflächen* der Wagen dann, wenn $\alpha = 0$ ist oder der Wind in der Richtung der Bahn selbst weht, augenscheinlich den *kleinsten* Widerstand, nemlich den Widerstand *Null* finden: oder aber

20. $\cos\alpha = 0$ und folglich $\alpha = \varrho$;

welches das *Maximum* giebt, weil die *Seitenflächen* den Wagen offenbar dann am stärksten an die Schienen gedrückt werden, wenn der Wind senkrecht darauf steht.

durch den Wind die Bewegung der Wagen unvermeidlich verzögert werden; und das noch um so mehr, da der von der Seite kommende Wind auch noch die Räder der Wagen mit ihren Spurkränzen an die Schienen andrückt und die Reibung an denselben vergrößert; was ebenfalls die Bewegung verzögert. Es ist also sogar nicht unmöglich, daß ein *sehr* starker Sturm, wenn die Maschine schwach ist, den Wagenzug, zumal wenn er gerade einen *Abhang ersteigen soll*, ganz zum Stillstand bringt.

Indessen macht diejenige Vermehrung des Widerstandes, die aus der *Bedeckung der Wagen* entsteht, worauf es hier ankommt, doch im-

---

Aus (15.) folgt entweder

21. $\sin\alpha = 0$ oder $\alpha = 0$,

welches dem *Maximo* entspricht, weil die *Stirnflächen* der Wagen offenbar dann den größten Widerstand finden, wenn der Wind in der Richtung der Bahn weht: oder

22. $c + v\cos\alpha = 0$, also $\cos\alpha = -\frac{c}{v}$;

welches das *Minimum* für die Stirnflächen der Wagen giebt.

Aus dem Ausdrucke (17.) für den Widerstand der Luft und des Windes gegen die *Seitenflächen* der Wagen, auf welchen es hier im Text insbesondere ankommt, folgt nun weiter, z. B. für $v = c$,

23. $\cos\alpha = \frac{\sqrt{(c^2+8c^2)} - c}{4c} = \frac{\sqrt{9}-1}{4} = \frac{1}{2}$, also $\alpha = \frac{1}{3}\varrho$.

Also ist in dem Falle, wenn der Wind *eben so schnell* weht, als die Wagen auf der Bahn sich fortbewegen, der Widerstand, welchen die Seitenflächen finden, dann am stärksten, wenn die Richtung des Windes mit der Richtung der Bahn einen Winkel von 60 Graden macht.

Für $v = 0$, oder in ruhiger Luft, ergiebt sich unmittelbar aus (9.), ohne Rücksicht auf α, welches hier in der That nicht mehr in Betracht kommt,

24. $w = 0$,

und in der That erfahren die *Seitenflächen* der Wagen in ruhiger Luft *gar keinen* Widerstand in der Richtung der Bahn.

Für $v = \infty$, oder in dem Fall, wenn die Geschwindigkeit des Windes gegen die Geschwindigkeit c der Wagen *sehr* groß ist, giebt (17.)

25. $\cos\alpha = \frac{\sqrt{(8v^2)}}{4v} = \frac{\sqrt{8}}{4} = \sqrt{\frac{1}{2}}$, also $\alpha = \frac{1}{4}\varrho$.

Also, wenn die Geschwindigkeit des Windes gegen die der Wagen *sehr* stark ist, erfahren die Seitenflächen der Wagen *dann* den größten Widerstand, wenn die Richtung eines solchen Sturmes mit der Bahn einen Winkel von 45 Graden macht.

Dieser Fall ist oben im Text angenommen worden. Setzt man nun in (9.) $\alpha = \frac{1}{4}\varrho$, so ist, eben wie $\cos\alpha$, auch $\sin\alpha = \sqrt{\frac{1}{2}}$, und es ergiebt sich

26. $w = akv(c\sqrt{\frac{1}{2}} + v.\frac{1}{2}) = akv(0{,}7071068\,c + \frac{1}{2}v)$;

und das giebt die im Text bezeichnete Rechnungsregel für den Widerstand der Luft und des Windes gegen die *Seitenflächen* der Wagen.

mer nur *einen Theil* der oben berechneten 20 Ctr. aus. Die Hülfe, und folglich die Fläche *bedeckter* Wagen ist nemlich höchstens nur um *die Hälfte* gröfser, als die unbedeckter Wagen, und also reduciren sich die obigen 20 Ctr. auf den *dritten Theil*, oder auf etwa 6⅔ Ctr., und es ist also, wenn sonst die Maschine die *unbedeckten* Wagen fortzuschaffen vermag, gerade noch nicht zu besorgen, dafs die *Bedeckung* der Wagen allzu nachtheilig auf die Fortbewegung wirken werde. Und dann ist auch nicht zu vergessen, dafs der mehrere Druck des Windes auf *bedeckte* Wagen, wenn sie ihm *entgegengeführt* werden, auch wiederum auf der *Rückfahrt* der Bewegung zu *Hülfe* kommt und sie um eben so viel *erleichtert*. In dem Widerstande des Windes ist also kein zureichender Grund gegen die sonst so zweckmäfsige und der Feuersgefahr wegen *nothwendige* Bedeckung der Wagen zu finden. Sie sollte daher nicht unterbleiben. Weiter unten werden wir eines andern Vervollkommnungsmittels für Eisenbahnen gedenken, durch welches zugleich auch die Nachtheile der *Entgegenwirkung des Windes* gegen die Wagenzüge bedeutend vermindert werden dürften.

7. Ein anderes Mittel zur Verminderung der Gefahr des Brandes von Wagen und der Rettung der Personen dürfte eine Einrichtung an jedem Wagen sein, welche die Führer in Stand setzt, von der Decke herab jeden Wagen von den vorauffahrenden im vollen Lauf schnell abzulösen, so dafs der etwa in Gefahr gerathene Wagen, nebst denen, die ihm folgen, zumal wenn Wagen *hinter ihm* noch *gehemmt* werden können, schnell zum Stillstand gebracht werden kann. Dieses Mittel dürfte leicht sein, wenn man die Wagen, wie weiter oben vorgeschlagen, nicht sowohl durch Ketten, die in Haken greifen, sondern durch Federn von der Form $<$, die von einem Gebifs erfafst werden, aneinanderhängt. Es dürfen nemlich die Eisen von der Form $<$ nur in das Gebifs blofs *eingelegt* werden, tief genug, dafs sie nicht etwa hinausgeschüttelt werden können. Vermittelst eines Hebels, am Gebifs angebracht, und eines Zuges nach oben, nach dem Führer hin, werden dann die Eisen, sobald es nothwendig ist, von dem Führer aus dem Gebifs herausgerissen werden können; wodurch der in Gefahr gekommene Wagen von den vorauflaufenden abgelöset wird.

8. Gegen die schreckliche Gefahr, dafs, wie auf der Versailler Bahn, die Personenwagen auf den Dampfwagen rennen, im Fall dieser plötzlich zerbricht, dürfte immer das sicherste Mittel sein, dem Dampfwagen erst Güterwagen und dann erst die Personenwagen folgen zu las-

sein; was diese letztere zugleich auch noch mehr von dem Funkensprühen des Dampfwagens entfernt. Werden aber auf einer Eisenbahn keine Güter, oder doch nur wenige transportirt, wie es wohl, besonders auf nur kurzen Eisenbahnstrecken, der Fall ist, so würde es nöthig sein, dem Dampfwagen und seinem Kohlen- und Wasserwagen noch erst zunächst, ehe die Personenwagen angehängt werden, einen Wagen folgen zu lassen, der theils mit Erde oder Sand, theils mit Wasser und Kohlen oder Holz, so wie mit andern, zum Feuerlöschen dienlichen Dingen, wie z. B. grofsen Decken, selbst auch einigen Handspritzen, desgleichen mit einzelnen Theilen der Wagen und der Eisenbahn selbst, die sich füglich auch allenfalls sogleich unterweges statt zerbrochener oder schadhaft gewordener Theile anbringen lassen, beladen ist. Das Wasser und die Kohlen können auch möglicherweise für den Dampfwagen und dessen Fortkommen nützlich sein, wenn etwa der eigentliche Munitionswagen zu früh erschöpft oder schadhaft werden sollte. Hinter diesen Sicherheitswagen würden dann, wenn die Eisenbahn Güter transportirt, erst noch ein oder ein Paar Güterwagen kommen, und zwar entweder bedeckte Güterwagen, oder auch offene, von denen, die mit unentzündlichen Dingen beladen sind.

Gegen das Vorauflaufen von Güterwagen vor den Personenwagen könnte man einwenden zu müssen glauben, dafs die Güterwagen *mehr* in Gefahr wären, Räder und Achsen zu zerbrechen, als die Personenwagen, weil sie *schwerer* wären; woraus denn gerade gefährliche plötzliche Hemmungen der Personenwagen entstehen könnten: allein dieses Bedenken ist leicht zu heben. Die Güterwagen nämlich dürfen nur in der Regel nicht so grofs sein, und nicht so schwer beladen werden, dafs sie mehr wiegen, als beladene Personenwagen. Sind ausnahmsweise *sehr* schwere Dinge zu transportiren, die nicht *getheilt* werden *können*, so müssen für diese freilich stärkere Transportwagen vorhanden sein; diese Wagen aber dürfen dann nur hinten angehängt werden. *Sehr* schwere Gegenstände werden indessen auch wohl nur selten vorkommen, und vielleicht nie von einem Gewicht, dafs der sie transportirende Wagen, beladen, mehr wiegt, als der *Dampfwagen*, oder auch nur mehr, als ein voll besetzter Personenwagen; denn z. B. das schwerste Geschützstück wiegt doch nicht über 50 bis 60 Ctr.; auch die schwersten Holzmassen, oder die schwersten Maschinenstücke, wie z. B. Dampfkessel, Gebläsecylinder u. s. w. wiegen nicht leicht mehr: so dafs der schwerste beladene Güterwagen nicht leicht über 100 Ctr. wie-

gen *darf*; und fast eben so viel wiegt auch ein Personenwagen, der mit 30 Personen besetzt ist. Alle Güter, welche *getheilt* werden können, müssen auf *mehrere* Wagen geladen werden; die dann auch wieder, an sich selbst, verhältnifsmäfsig leichter sein können.

9. Eine selbst noch weit gröfsere und dringendere Gefahr, der Entzündung, als von *aufsen* her, kann aber für die Personenwagen aus dem *Innern* der Wagen und durch die Unvorsichtigkeit der Passagiers *selbst* entstehen: besonders durch die so allgemeine Gewohnheit des Tabakrauchens; und zwar nicht sowohl aus der glühenden Tabaks-Asche, die in der Regel nicht leicht Etwas anzündet, als aus abfliegenden, noch brennenden Cigarrenblättern, und noch mehr aus etwa weggeworfenem, oder den Händen entfallendem brennendem Zündschwamm. Diese Gefahr ist in der That fürchterlich, und es ist wahrhaft zu verwundern, dafs daraus nicht schon mehr Unfälle entstanden sind. Der Verfasser Dieses kennt jene Gefahr aus eigner Erfahrung, in ihrer ganzen Gröfse. Auf einer seiner Fahrten zwischen Berlin und Potsdam nemlich, auf der *Chaussee*, an einem heifsen, dürren, aber stürmischen Sommertage, war vom Sturme unbemerkt ein brennendes Cigarrenblatt abgerissen und in das leichte Tuch einer die im Wagen sitzenden Frauen geworfen worden. Plötzlich sah man das Tuch und das Kleid der Frau *in lichter Flamme* brennen. Vergeblich suchte man augenblicklich die Flamme zu erdrücken; auch *hielt der Wagen auf der Stelle*: allein es war unmöglich, das Feuer im *Wagen* zu dämpfen; der Sturm fachte es mit jedem Augenblicke stärker an. Es blieb den Personen nichts übrig, als schnell aus dem Wagen zu springen: aber ehe die Wagenthüren geöffnet werden konnten, hatte die Flamme auch schon die Kleider der andern Personen ergriffen und war so stark, dafs die brennenden Kleider nur *dadurch* gelöscht werden konnten, dafs die Personen sich auf den Staub der Chaussée zur Erde warfen und schnell noch mehr Staub zusammengerafft und auf die Kleider geworfen wurde. So ging glücklicherweise der Unfall ohne Verletzung der Personen selbst vorüber und hatte nur eine Beschädigung der Kleider zur Folge. Das ganze Ereignifs dauerte kaum *zwei Minuten*. Was wäre nun aber wohl die Folge gewesen, wenn das Gleiche in einem Eisenbahnwagen geschehe: zumal in einem *offenen* Wagen, wo man nicht die Wirkung des *Sturms* durch Verschliefsen der Fenster hemmen konnte?! Hinausspringen konnten da die Personen nicht, ohne dem fast gewissen Tode entgegen zu gehen: und ehe

der Zug hätte anhalten können, wäre gewifs alles in lichten Flammen gewesen und die Personen wären elendiglich verbrannt!

Um nun diese entsetzliche, so leicht jeden Augenblick mögliche und stets über den Eisenbahnpassagieren schwebende Gefahr abzuwenden, gäbe es nun freilich das ganz einfache, natürliche und die Gefahr *vollständig* abwendende Mittel, das *Tabakrauchen* auf Eisenbahnen durchaus *nicht zu gestatten:* aber das ist vielleicht, leider! nicht ausführbar; denn man setzt sich ja in so manchen Dingen lieber der Todesgefahr aus, ehe man eine zu einer Art von Bedürfnifs gewordene Gewohnheit aufgiebt —. Jetzt gestattet man das Tabakrauchen gewöhnlich auf den *wohlfeilern* Eisenbahn-Fahrplätzen, aber auf den *theuersten* Wagenplätzen nicht; und zwar letzteres unter dem Vorwande, dafs der Rauch Denen, die nicht daran gewöhnt sind, *unangenehm* sein könnte. Aber das kann wohl der Grund nicht sein. Denn in *freier Luft* wird ja sonst der Tabaksrauch nicht für unangenehm erachtet. In öffentlichen Gärten, selbst in Gartensälen, auf Schiffen u. s. w. wird er geduldet, wenn auch die vornehmsten und delicatesten Personen zugegen sind. Wenige finden sich bewogen, des Tabaksrauchs wegen solche Orte zu meiden. Nicht die *Unannehmlichkeit* des Rauchs ist also der Grund, warum das Tabakrauchen auf Eisenbahnen nicht gestattet sein sollte, sondern die *Feuersgefahr* ist es; und diese Gefahr ist *sehr* grofs. Gerade noch strenger, als aus den Wagen erster Classe, sollte man also auch das Tabakrauchen aus den Wagen der folgenden Classen und besonders aus den *offenen* Wagen verbannen; denn hier ist die Gefahr *noch* gröfser: aus dem doppelten Grunde, weil die Wagen erster Classe in der Regel für den Nothfall noch durch die Fenster geschlossen werden können, um wenigstens den Wind abzuhalten, dafs er das Feuer anfache, und dann, weil von den Personen in der ersten Wagenclasse füglich gröfsere *Vorsicht* vorauszusetzen ist. Man verbietet und verhindert ja das Tabakrauchen in der Nähe brennbarer Gegenstände, in Gebäuden und Magazinen, welche leicht entzündliche Dinge enthalten, und in ihrer Umgebung; man verbietet und verhindert es selbst auf den Strafsen und in den Parks, wo warlich die *Gefahr* nur gering und weit entfernt ist, unmittelbar Menschenleben zu bedrohen, wie auf den Eisenbahnen: warum sollte es denn unbillig und unmöglich sein, aus den Eisenbahnwagen das Tabakrauchen, zum eignen Vortheil der Passagiere, zu verbannen und diese zu bewegen, wenigstens für die *kurze* Zeit der

Fahrt, sich von dem gewohnten Rauche zu trennen: hier, wo durch denselben in jedem Augenblick ihr *Leben* in Gefahr schwebt?

Sollte indessen die Verbannung der Quelle der Gefahr wirklich unausführbar sein, so müssen freilich Mittel ersonnen werden, um den Folgen wenigstens nach Möglichkeit vorzubeugen.

Eines dieser Mittel dürfte folgendes sein. Man bringe auf der Decke jedes bedeckten Wagens, dicht an dem Sitze des Führers, eine Glocke an; nicht zu klein, sondern von 4 bis 6 Zoll im Durchmesser; und dann nach jedem Coupé im Wagen hin, eine Schnur oder einen Draht, durch welches die Glocke angezogen werden kann, sobald dem Innern des Wagens Feuersgefahr droht, damit dann der Führer den Wagenzug so schnell als möglich halten lassen, oder aber, vermittelst der oben beschriebenen Einrichtung, den Wagen von dem Zuge ablösen könne, und ihn dann zugleich nehmen möge, damit äufserstenfalls die Passagiere wenigstens noch ohne Lebensgefahr den Wagen verlassen können. Dafs die Glocke vor dem Gerassel der Wagen nicht *hörbar* sein werde, ist nicht zu besorgen; denn, dem *Führer nahe,* ist ihr Ton gewifs stark genug, um von ihm vernommen zu werden; und scharf genug werden die Gefahrbedrohten die Glocke schon anziehen. Auch *sieht* ja der Führer die heftige Bewegung der Glocke, wenn er sie auch nicht *hören* sollte; selbst im Finstern, wenn die Glocke zugleich nahe bei einer Laterne aufgehängt ist.

Ein anderes Mittel wäre, dafs man in jedem Wagen, oder vielmehr in jedem Fach desselben, etwa unter einem der Sitze, ein festes, mit einem gut schliefsenden, aber *nicht verschlossenen* Deckel bedecktes Gefäfs, etwa einen Cubikfufs grofs, ganz mit *Wasser* gefüllt und mit einem kleinen Gefäfs darin zum Schöpfen des Wassers, anbrächte, damit die Passagiere wenigstens einige Mittel zum Löschen eines entstandenen Feuers sogleich selbst unmittelbar zur Hand haben mögen. Ein oder ein Paar solcher Gefäfse voll Wasser würden ganz besonders für die *offenen* Wagen nützlich und nöthig sein.

Die beiden Mittel sind wenig kostbar, und es ist nicht wohl zu sehen, was ihrer Ausführung und Benutzung entgegen sein sollte.

Drittens. Es können die Fuhrwerke auf Eisenbahnen durch heftige Stöfse, wenn die Bahn nicht in gutem Stande ist, aus den Schienen springen und dadurch umgeworfen oder zerbrochen werden; woraus ebenfalls wieder Gefahren für die Passagiere entstehen.

10. Ein natürliches und leichtes Mittel, dieser Gefahr vorzubeugen und sie, wenn auch nicht ganz wegzuschaffen, so doch sehr zu vermindern, wäre offenbar, die Spurkränze der Räder *höher* zu machen, als jetzt gewöhnlich. Sie treten jetzt in der Regel nur 1 bis höchstens 1½ Zoll unter die Fläche der Radfelgen vor, die auf den Schienen rollen; es bedarf also nur einer Erhebung oder eines Sprunges der Räder von 1½ Zoll hoch, verbunden mit einem Triebe nach der Seite, wie er häufig vorkommt, z. B. in allen *Krümmungen* der Bahn, oder auch bei starken Stürmen, um die Wagen aus den Schienen zu werfen; selbst schon, wenn auch nicht gerade Ursachen dazu, die sich verhindern lassen, wie Mangel an Vorsorge oder Aufmerksamkeit, Schadhaftigkeit der Bahn, oder unrichtiges Einlenken bei den Ausweichungen, Statt finden. Es ist in der That zu verwundern, dafs der Unfall, schon blofs aus den *nicht* vermeidbaren Anlässen, ohne dafs sonst Fahrlässigkeit Statt fände, nicht schon öfter vorkam. Nun ist aber kein wesentliches Hinderniſs vorhanden, die Spurkränze, statt wie jetzt 1 bis 1½ Zoll, vielmehr 2, 2½ bis 3 Zoll nach unten vor die Fläche der Radfelgen vortreten zu lassen. Dafs so die Räder der Wagen etwas mehr *kosten* würden, kann und darf kein Grund sein, den Gewinn der dadurch zu erlangenden *bedeutenden* Vermehrung der Sicherheit gegen Gefahren aufzugeben. Auch ist nicht etwa zu fürchten, dafs die Räder mit höheren Spurkränzen sich stärker an die Schienen *reiben* und also die Fahrt erschweren werden; denn, so breit auch der Spurkranz sein mag, so kann er doch die Schiene immer nur in *einem Puncte* berühren. Streifte er aber auch selbst wirklich in seiner ganzen Breite daran an, so wäre deshalb die Reibung doch noch nicht gröfser; denn der Widerstand der Reibung richtet sich bekanntlich überall nicht nach der *Gröfse* der geriebenen Fläche, sondern immer nur nach dem *Druck;* und dieser wird durch die höheren Spurkränze nicht stärker. *Ein* Umstand scheint zwar vielleicht der Erhöhung der Spurkränze entgegen zu stehen, nemlich der Umstand, dafs, wenn man nicht etwa auch die *Schienen* selbst höher macht, was allerdings *sehr* kostbar sein würde, der gröfsere Spurkranz unten auf die *Schienenstühle* aufstofsen würde: allein dieses Hinderniſs ist nur mehr scheinbar und läfst sich, ohne neue Kosten, recht gut heben. Es dürfen nemlich nur die *Wangen* der Schienenstühle an der *innern*, nach der Mitte der Bahn hin gekehrten Seite, etwas ausgespart werden. Auf der zu den „Technischen Nachrichten von der Eisenbahn zwischen

Berlin und Potsdam" im 3ten Heft 15ten Bandes dieses Journals gehörigen ersten Figurentafel findet man Fig. 1. einen Schienenstuhl, mit der darin liegenden Schiene, ganz so, wie sie auf der Potsdamer Bahn gemacht worden sind und sich dort bewährt haben, in der halben wirklichen Gröfse im Querschnitt abgebildet. Man stelle sich nun vor, es liefe, wenn die Seite *rechts* die der Bahn zugekehrte *innere* Seite wäre, die *Wange* des Schienenstuhls nicht, wie es dort gezeichnet ist, schräg in gerader Linie hinauf, sondern wäre an der Stelle, wo der Buchstabe *D* steht, nach innen, der Schiene zugekehrt, im Bogen ausgespart: so ist leicht zu sehen, dafs der Schienenstuhl dann fast bis auf die Oberfläche seiner *Sohle* hin, welche $4\frac{3}{4}$ Zoll tief unter der Oberfläche der Schiene liegt, auf welcher die Räder rollen, dem Spurkranz Raum geben und ihm durchaus nicht in den Weg kommen würde, indem der Spurkranz mit seiner, der Schiene zugekehrten Seite keinesweges *senkrecht* hinuntergehen darf und mufs, sondern vielmehr *schräg*, mit einer flachen Biegung. Der Spurkranz würde also in der That nicht blofs 3 Zoll, sondern, wenn man wollte, sogar *noch höher* sein können, bis beinahe 4 Zoll hoch; und dadurch würde dann die Sicherheit *sehr bedeutend* gewinnen. Zwar scheint wieder die *Aussparung* der innern Wange der Schienenstühle bedenklich zu sein, weil dadurch allerdings die Stühle geschwächt werden; auch wäre das Bedenken völlig gegründet, wenn man die Wange an der *auswendigen* Seite der Stühle schwächen wollte: an der innern Seite hat indessen die Aussparung nicht das geringste Bedenken, da der Seitendruck der Räder auf die Schienen *niemals* die Richtung von aufsen nach innen, sondern *immer* die Richtung von innen nach aufsen hat, so dafs eigentlich die jetzige *Gleichheit* der Stärke der Schienenstühle an der innern und an der äufsern Seite *unnütz* ist. Die jetzige *gleiche* Gestaltung der Schienenstühle nach innen und nach aufsen hat blofs *den* Nutzen, dafs man die Stühle nach Belieben *umkehren* kann; was aber nicht wesentlich nothwendig ist. Es steht also der Erhöhung der Spurkränze der Räder auf Eisenbahnen, bis zu wenigstens 3 Zoll, in der That nichts Wesentliches entgegen, und es ist daher zu diesem so leichten Mittel, eine bedeutend gröfsere Sicherheit der Fahrt zu erzielen, sehr zu rathen.

11. Da die Gefahr, dafs die Räder aus den Schienen springen, selbst dann, wenn die Bahn in bestem Stande ist, und auch sonst nicht geradezu eine Unachtsamkeit Statt findet, blofs aus der *Anordnung* der

Bahn, so wie aus ihrem gewöhnlichen *Gebrauch* entstehen kann, so ist auch dabei schon für die Abwendung jenes Unfalles zu sorgen.

Am gröfsten ist die Gefahr in den *Krümmen* der Bahn. Es werden hier *unvermeidlich*, blofs durch die *Schwungkraft*, die Räder der Wagen, bei starker Geschwindigkeit und in Krümmen von nicht sehr grofsem Halbmesser, mit einer *sehr* bedeutenden Gewalt seitwärts gegen die Schienen *nach aufsen* gedrängt. Die Gewalt nimmt in dem Verhältnifs des Gewichts der bewegten Masse und des *Quadrats* der Geschwindigkeit, so wie im umgekehrten Verhältnifs des Halbmessers der Krümmung zu, also, so wie das Gewicht und die Geschwindigkeit *gröfser* und der Halbmesser der Krümme *kleiner* wird, in *vierfachem* Verhältnifs. Wie aus den Erörterungen in dem Aufsatze „Ueber die Ausführbarkeit von Eisenbahnen in *bergigen* Gegenden" im gegenwärtigen Journal Band 13. Heft 3. Seite 229 und 230 zu sehen ist, beträgt die Gewalt, mit welcher z. B. ein Wagen, der sich $26\frac{2}{3}$ Fufs in der Secunde oder 4 Meilen in der Stunde in einer Krümme von 25 Ruthen Halbmesser fortbewegt, nicht weniger als den $\frac{1}{10}$sten Theil des *Gewichts* des *Wagens*, also, wenn der Wagen 100 Ctr. wiegt, beinahe 17 Ctr.; bei einer Geschwindigkeit von 9 Meilen in der Stunde würde sie sogar der $\frac{1}{4}\frac{8}{0}$ste Theil des Gewichts des Wagens sein und also 40 Ctr. betragen. Dazu kommt noch der Druck des Windes, der, wenn der Wind gerade in der Richtung der Schwungkraft weht, ebenfalls *sehr* bedeutend sein kann. Auch wird die Gefahr noch weiter dadurch vergröfsert, dafs die Wagen auf Eisenbahnen in der Regel nicht *wenden*, sondern nur geradeaus laufen und folglich auch durch diesen Umstand *noch mehr* Neigung bekommen, aus den Schienen zu springen.

Die Mittel zur Abwendung der Gefahr würden folgende sein.

Erstlich versäume man nicht, die Halbmesser der Krümmen nach Möglichkeit angemessen grofs zu machen. *Allzu grofse* Halbmesser haben freilich ebenfalls wieder Nachtheile; denn die Krümmen werden dann auch *sehr lang*, und da die Räder *immer* und unvermeidlich, so grofs auch der Halbmesser sein mag, gegen die Schienen gedrängt werden und sich daran reiben müssen, so entsteht aus den sehr langen Krümmen eine zu bedeutende *Verzögerung* der Fahrt, und es ist eine zu grofse und anhaltende Anstrengung der Maschine nöthig. Eine nicht sehr lange Krümme wird noch, wenn gleich der Widerstand der Reibung gröfser ist, leichter

von der Geschwindigkeit, den der Wagenzug am Anfang der Krümme hatte, durchlaufen, als eine sehr lange Krümme. Wahrscheinlich dürfte ein Halbmesser von 500 Ruthen so ziemlich das *Maximum* sein, welches rathsam ist Ein *Minimum* für den Halbmesser läfst sich nicht gut fest bezeichnen, da es Fälle geben kann, wo die Halbmesser der Krümmen, unvermeidlicher Terrainhindernisse wegen, nothwendig kleiner sein *müssen*. Zwar setzt jetzt der Umstand, dafs die Wagen *nur geradeaus laufen* können, der Biegung der Bahn eine Grenze, und es möchte jetzt wohl nicht gut möglich sein, mit solchen Wagen eine Krümme, die weniger als 25 Ruthen Halbmesser hat, ohne dringende Gefahr und ohne allzu grofse, das Vermögen der Maschine übersteigende Kraft, zu befahren. Allein die Wagen lassen sich auf eine leichte und wenig kostbare Weise so einrichten, dafs sie *nicht mehr blofs* geradeaus laufen, sondern auch *wenden* können. Man findet dieses Mittel in der obengedachten Abhandlung, im 3ten Heft 13ten Bandes dieses Journals S. 338 etc., ausführlich beschrieben und durch Zeichnungen erläutert. Von dieser Seite steht also den Krümmen von kleinerem Halbmesser eigentlich nichts entgegen. Gleichwohl ist es indessen immer besser, und rathsam, die Halbmesser der Krümmen bis zu der oben bezeichneten Grenze hin, *so grofs* zu machen, als es nach den örtlichen Umständen möglich ist. Sodann sollte

Zweitens eine Eisenbahn immer und unbedingt in den Krümmen ganz *horizontal* liegen; was auch wohl immer ausführbar sein wird. Die Horizontalität der Bahn in Krümmen ist nicht blofs deshalb nöthig, damit der Zug der Wagen nicht durch den Abhang beschleunigt und dadurch die Gefahr vergröfsert werde, sondern auch deshalb, weil der Abhang einer Krümme beim Bergauffahren gar zu viel Zugkraft erfordert, so dafs die gesammte nöthige Kraft hier leicht das Vermögen der Maschine übersteigen kann.

Drittens. Niemals sollte eine Krümme unmittelbar *am Fufse eines starken Abhanges* sein, weil sonst der Führer der Wagen zu wenig im Stande ist, die Geschwindigkeit der *hinunterfahrenden* Wagen für die Krümme zu ermäfsigen. Die Krümme sollte immer zwischen längere horizontale, oder doch nur sehr wenig abhängige Stellen hin verlegt werden. Ist eine Krümme unmittelbar am Fufse eines Abhanges *unvermeidlich,* so gebe man lieber der *geraden* Bahn, unmittelbar von der Krümme an, ein dem Abhange entgegengesetztes, angemessenes *Fallen,* z. B. von

1 auf 200, bis 1 auf 150, wenn auch nur auf eine kurze Strecke, damit die Geschwindigkeit, welche der Wagenzug beim Hinunterfahren von dem Abhange erlangt hat, durch die Gegensteigung ermäfsigt und gleichsam erst gebrochen werden möge, ehe der Wagenzug die Krümme erreicht. Nichts mäfsigt die zu grofse Geschwindigkeit eines Wagenzuges so wirksam, besser als alles Hemmen und so *vollkommen sicher,* als das *Steigen* der Bahn. Das dem Abhange entgegengesetzte Fallen der Bahn kommt dann übrigens auch wieder der Fahrt beim Bergansteigen, nemlich der Anstrengung der Maschine, die in der Krümme nöthig ist, höchst wirksam *zu Hülfe.*

Viertens. Die Krümmen sollten immer und unbedingt, eben wie andere gefährliche Stellen, z. B. die Ausweichungen, nur mit ermäfsigter Geschwindigkeit befahren werden; und zwar sollte nicht sowohl *innerhalb* einer Krümme *gehemmt* werden, wo es kaum nothwendig ist, sondern *vor* dem Eintritt in dieselbe. Geschieht es erst in der Krümme selbst, so wird die Gefahr dadurch nur noch vergröfsert, indem zu derjenigen, dafs die mit grofser Geschwindigkeit in die Krümme hineinrennenden Wagen über die Schienen springen können, noch durch die starke Verminderung der Geschwindigkeit die zweite Gefahr des Aufeinanderstofsens der Wagen kommt. Es ist eine sehr gute und nothwendige Anordnung, welche neuere Eisenbahnen schon ausgeführt haben, neben die Bahn Tafeln zu stellen, welche den Führern überall anzeigen, ob und wieviel die Bahn *steige* oder *falle,* wo eine *Krümme* anfange und aufhöre, und wie grofs ihr Halbmesser sei, damit sich der Maschinist danach richten könne. Hat ein Führer des Dampfwagens die Bahn schon länger befahren, so lernt er das alles freilich durch die Erfahrung: aber für neu angekommene Maschinisten, wenn sie auch sonst wohl geübt sind, ist die Anzeige ganz nothwendig; und auch für die anderen ist sie, um der Vergefslichkeit zuvorzukommen, gut und nützlich.

12. Die Gefahr, dafs die Wagen aus den Schienen springen, kann ferner, auf verschiedene Weise, auch aus der *Bauart* der Eisenbahn entstehen, ohne dafs die Erhaltung und Instandsetzung der Bahn gerade vernachlüfsigt worden wäre.

Erstlich. Sind nemlich die Schienen auf längsaus laufende, auf Quer-Unterlagen gekämmte Hölzer befestigt, so kann möglicherweise durch einen sehr heftigen Druck oder Stofs nach der Seite das eine der Längs-

hölzer seitwärts gedrückt werden; worauf dann die Räder von dem andern Längsholz herunterfallen. Schon dieses Umstands wegen dürfte die Befestigung der Schienen auf *Längsschwellen* weniger gut und sicher sein, als die Befestigung derselben unmittelbar auf die Quer-Unterlagen. Der *Parallelismus* der Schienen ist zu wesentlich nothwendig, als dafs man nicht alles Mögliche thun sollte, sich seiner auf das vollkommenste zu versichern.

Zweitens können, wenn die Schienenstühle, oder gar die Schienen selbst, *ohne Stühle,* auf die Hölzer, von welchen sie getragen werden, nur mit *Nägeln* befestigt sind, die Nägel nachgeben; und es darf solches nur auf eine ganz kurze Strecke geschehen, so kann die eine der Schienen schon von der Seite gedrängt werden, und die Räder können aus den Schienen springen. Zwar sind Nägel, in welche Widerhaken gehauen sind, ungemein fest, und gewifs vollkommen hinreichend, die Schienen oder Schienenstühle an ihrem Orte festzuhalten: aber offenbar *nur dann,* wenn sie in ihrer ganzen Länge in *festem Holze* stecken. Hat aber ein Nagel zufällig eine vielleicht im Innern des Holzes befindliche, von aufsen nicht sichtbare, unfeste Stelle getroffen, so hat er nur eine sehr geringe und fast gar keine Festigkeit. Eben so ist es, wenn die Hölzer durch die Fäulnifs in der Erde nahe bis zu dem Zustande gekommen sind, dafs sie durch neue ersetzt werden müssen. Wird dann die Erneurung der Hölzer nur um etwas zu lange verschoben, so ist die Gefahr sehr grofs. Es ist mit den Nägeln, wie mit mancher anderen Construction im Bauwesen. Sie sind, so lange das Holz *neu,* und in so fern, als es ganz gesund und fest ist, vortrefflich: aber sie sind fast ohne alle Wirkung und Haltbarkeit, wenn das Holz durch die Fäulnifs schwach geworden ist, oder auch, wenn es von Anfang an nicht ganz gesund war. Eine Construction ist aber nur dann gut, wenn sie durch die Vergänglichkeit der Baustoffe nur so wenig als möglich von ihrer Haltbarkeit verliert; wenigstens dadurch nicht bis zur völligen Unwirksamkeit gelangt. In diesem Betracht dürfte es denn allemal besser sein, die Schienenstühle auf die Hölzer niemals durch *Nägel,* sondern so, wie es auf der Potsdamer Eisenbahn geschehen ist, immer durch kleine *Schraubenbolzen,* welche ganz durch die Hölzer *hindurch* gehen und unten einen Knopf haben, zu befestigen. Hier kann man immer sehen, ob der Knopf des Bolzens eine gesunde Stelle fafst; so wie auch, in dem Bohrloch, ob das Holz inwendig gesund sei. Die Gefahr, dafs der Bolzen eine zu schwache Stelle des Holzes treffe, ist

nicht vorhanden. Und auch in dem schon durch die Fäulnifs angegriffenen Holze hält der *durchgehende* Schraubenbolzen noch immer viel fester, als ein Nagel. Die Schraubenbolzen sind zwar allerdings theurer als Nägel: aber hier dürfte eine Ersparung, der Gefahr wegen, nicht statthaft sein.

Drittens. Bei jedem Zusammenstofs der gewöhnlich 15 F. langen *Schienen* hat eine Eisenbahn *schwache Stellen:* denn da in der Fuge des Zusammenstofses die Schiene selbst gar nichts mehr trägt und die Last nicht mehr auf die nächste Quer-Unterlage *vertheilt,* so mufs diejenige Quer-Unterlage, die unter dem *Stofse* der Schienen liegt, den Druck und Stofs der Wagen allein aushalten. Man sorgt nun zwar wohl dafür, dafs unter die Stöfse die stärksten und breitesten Hölzer gelegt werden: indessen bleiben diese Stellen doch immer schwächer, als die andern. Wird nun, nachdem solche Hölzer durch den Druck und Stofs der Wagenräder mehr in die Erde getrieben worden sind, als die andern, nicht *sehr* aufmerksam dafür gesorgt, dafs sie wieder gehoben und unterstopft werden, so wird die Bahn *uneben;* und diese Unebenheit nimmt *schnell zu,* weil die Stöfse auf der unebenen Bahn *stärker* sind, als auf der ebenen. Wird etwa ein Holz unter einem Schienenstofs *schief* gedrückt, so dafs eine Schiene über die anstofsende bedeutend nach oben, vielleicht auch zugleich etwas nach der Seite vortritt, so kann das Rad durch den heftigen Stofs und durch *Aufsetzen* des Spurkranzes auf die seitwärts vorgetretene Schiene aus der Bahn geworfen werden. Um dieser Gefahr zu begegnen, ist es dringend nöthig, für die beständige Erhaltung der rechten Lage der Querhölzer, besonders derjenigen unter den *Stöfsen* der Schienen, auf das aufmerksamste zu sorgen und keine *Unebenheit* der Bahn zu gestatten. Jede solche Unebenheit, jedes solches *Stofsen* der Bahn, wie es die Fahrenden nennen, ist nicht blofs *unangenehm:* es ist aus dem obigen Grunde auch *gefährlich.*

Um aber die in der Construction der Eisenbahn liegenden Gefahren gründlicher abzuwenden, wäre es wohl zu wünschen, dafs man überhaupt eine festere und dauerhaftere Bau-Art derselben annähme: etwa eine von denen, welche im 1sten Heft 11ten Bandes dieses Journals, in dem Aufsatze „Ueber verschiedene Arten von Eisenbahnschienen und deren Fundamentirung" beschrieben sind. Sind solche Constructionen auch in der Anlage *kostbarer,* so sind sie deshalb, auf die Folge berechnet, doch eigentlich *nicht theurer;* denn sie erfordern weniger Erhaltungs- und Er-

neurungskosten (Man sehe hierüber den oben genannten Aufsatz). Will man durchaus bei dem *hölzernen* Unterbau bleiben, so wären wenigstens die im 3ten Hefte 13ten Bandes dieses Journals beschriebenen *gekuppelten Schienenstühle* unter den Stöfsen der gewöhnlichen Schienen zu wünschen. (Man entschuldige dafs der Verfasser so viel auf seine eigenen Aufsätze Bezug nimmt. Es geschieht nicht aus Vorliebe für seine Ansichten, sondern deshalb, weil ihm das, was er als Resultat längeren und reiflichen Nachdenkens gesagt hat, nach seiner Ueberzeugung und aus den beigefügten Gründen *zweckmäfsig* scheint und er davon bis jetzt nichts zurückzunehmen findet.) Wollte man auch die gekuppelten Schienenstühle nicht haben, so wäre noch zu einem andern, ganz einfachen und wenig kostbaren Mittel der Verstärkung der gewöhnlichen Fundamentirung der Schienen vermittelst hölzerner Quer-Unterlagen zu rathen. Anstatt nemlich, wie jetzt, die hölzernen Quer-Unterlagen unmittelbar auf den Sand oder den Kies zu legen, lege man *unter dieselben* (nicht *über* dieselben) längsaus laufende Hölzer; ganz unter die Enden der Querhölzer. Zu diesen Hölzern würde, eben so wie zu den Unterlagen, Halbholz zu nehmen sein, mit der platten Seite nach unten gelegt, oben *rund*, und nur an den Stellen, wo die Querhölzer aufliegen, in der Rundung etwas eingeschnitten. Diese Längshölzer müfsten jedesmal gerade unter der *Mitte* der Länge der *Schienen* selbst zusammenstofsen und also 15, oder besser, 30 F. lang sein. Durch diese Hölzer würde die aus den *schwachen Stellen* bei den *Schienenstühlen* entstehende Gefahr fast gänzlich gehoben werden; auch würden die Schienen überhaupt viel stärker getragen werden. Die Kosten der Längshölzer würden nicht bedeutend sein; um so weniger, da die Querhölzer selbst dann auch ganz füglich *kürzer* sein könnten. Jetzt gehören zu 5 Querhölzern von 8 F. lang, unter einem 15 F. langen Schienenpaar, 40 laufende Fufs Halbholz. Legt man erst 24 Fufs Längshölzer, so dürfen die 5 Querhölzer darüber füglich 1½ F. kürzer sein, und es sind also dann zu 15 F. Bahn 56½ F. Halbholz, also nur 16½ F. Halbholz mehr nöthig, was, zu 3 Sgr. den Fufs gerechnet, 1 Thlr. 19½ Sgr. und auf die laufende Ruthe etwa 1 Thlr. 10 Sgr., also für die Meile nur 2666 Thlr. 20 Sgr. ausmacht; welche nicht bedeutende Mehr-Ausgabe leicht durch die geringeren Kosten des weniger oft nöthigen Hebens der Hölzer leicht wieder einkommen würden. An Sicherheit und Festigkeit der Bahn würde aber sehr bedeutend gewonnen werden; denn nicht allein dafs die schwa-

chen Stellen der Bahn dann, wie schon bemerkt, fast gar nicht mehr Statt finden würden, so würden auch, statt dafs jetzt 15 laufende Fufs Bahn von 40 laufenden Fufs Unterlage *nicht* gleichförmig getragen werden, vermittelst der Längs- und Querhölzer dieselben 15 F. Bahn von 56½ weniger 10, thut 46½ laufenden Fufs Holz *gleichförmiger* unterstüzt werden.

13. Eine andere Gefahr, dafs die Wagen aus den Schienen springen, oder dafs Wagen zerbrechen, entsteht aus der Art der Anbringung der Zugkraft.

Schon das *Vorspannen* von mehr als einem Dampfwagen vor eine und dieselbe Wagenreihe ist wesentlich gefährlich; besonders dann, wenn die Dampfwagen ungleich stark sind. Der Hauptgrund der Gefahr ist, dafs, da die Wagen nicht gleichförmig wirken, der hinterste Dampfwagen, nach der sehr richtigen Bemerkung des Herrn *v. Pambour*, sehr oft in den Fall kommt, die vordern nebst ihren Tendern *vor sich her zu schieben*, und die Gefahr des *Vorsichherschiebens* ist, wie sogleich weiter unten erörtert werden wird, *sehr* grofs. Ferner kann es beim *Bergabfahren*, wo vielleicht schon die Kraft eines einzelnen Dampfwagens hinreicht, oder gar *überflüssig* ist, kommen, dafs der stärkere Dampfwagen die schwächern mit solcher Gewalt fortreifst, dafs er sie zum Brechen bringt; und beim *Bergauffahren* kann es sein, dafs die kleinern Maschinen, um mit den gröfsern Schritt zu halten, über ihre Kräfte angestrengt und dadurch ebenfalls zum Brechen gebracht werden. Endlich ist, da die Dampfwagen die gefährlichsten Theile eines Wagenzuges sind, offenbar (wie z. B. Herr *Seguier* erinnert hat) die Gefahr schon an und für sich gröfser, wenn *mehrere* Dampfwagen einem Wagenzuge vorgespannt sind, als wenn blofs *einer* da ist. Der Einwand gegen diese letztere Bemerkung, dafs die *hintern* Wagen um so weniger von dem Stofs litten, je gröfser der Zug sei, ist nicht haltbar; denn die *vordern* Wagen leiden auch wieder um so mehr von den hintern in einem gröfsern Zuge.

Uebrigens entsteht aus dem Vorspannen von mehr als einem Dampfwagen *immer*, und besonders wenn die Wagen ungleich stark sind, ein *Verlust an Kraft;* denn die stets ungleichförmig wirkenden Wagen können nicht mehr unabhängig von einander jeder seine *vortheilhafteste* Wirkung ausüben, da der eine nach dem andern sich richten mufs. Die Wagen werden einzeln immer zusammen mehr Last fortbringen, als vereinigt.

Das Vorspannen mehrerer Dampfwagen vor einen und denselben Wagenzug ist daher jedenfalls gefährlich und unvortheilhaft, und es wäre am besten, *nie* mehr als *einen* Dampfwagen einem und demselben Wagenzuge vorzuspannen. Die Befolgung dieser Regel würde, aufser der Ersparung an Kraft und der Verminderung einer der Gefahren, auch eine gröfsere Annehmlichkeit für das Publicum zur Folge haben, weil dasselbe dann in den kleinern Zügen *öfter* Gelegenheit zum Fortkommen fände. Kennt das Publicum nur die im Voraus bestimmten öfteren Abgangszeiten, so wird es sich schon von selbst auf die Wagenzüge ziemlich vertheilen. Wäre aber, etwa auf weniger frequenten Bahnen, zu besorgen, dafs einzelne Wagenzüge, wenn sie öfter abgehen, nicht ihre volle Ladung für die Kraft des Dampfwagens bekommen, so könnte man auch, um die *grofsen* Züge zu vermeiden, die kleineren, mit *nur einem* Dampfwagen, statt in *gleichen* oder gröfsern Zwischenzeiten, *bald nach einander* abgehen lassen. Eben so auf sehr frequenten Bahnen, wenn mehr Passagiere zu einem Wagenzuge sich finden, als eine einzelne Maschine fortschaffen kann; in welchem Falle dann die mehreren Passagiere für einen zweiten Zug doch immer nur eine kurze Zeit zu warten haben würden. Die Gefahr, dafs *bald* nach einander abgehende Wagenzüge einander einholen und aufeinanderstofsen, ist durchaus *vermeidbar* und kann nur aus einer bedeutenden Unachtsamkeit entstehen. Es ist gewifs vollkommen hinreichend, wenn zwischen zwei Abgängen 10 bis 15 Minuten verflieſsen; denn in dieser Zeit kommt der eine Zug dem andern schon fast *eine Meile* voraus, und wenn die Züge einander sich nähern, so können es ja die Führer bei Tage unmittelbar, oder an den Signalen, und des Nachts an den Laternen und ebenfalls an den Signalen sehen. Blofs während eines *dichten Nebels* müfste man zwischen zwei Abgängen so viel Zeit verstreichen lassen, als zur Fahrt des vorderen Zuges bis zur nächsten *Station* und zur Signalisirung seiner Ankunft daselbst nöthig ist. In allen andern Fällen ist immer nur so viel Zwischenzeit erforderlich, als nöthig, den hintern Zug, falls der vordere verunglückt, zum Stillstehen zu bringen; und dazu sind gewifs 10 bis 15 Minuten *überflüssig* hinreichend. Zum schnellen und sicheren Hemmen der Wagen dürfte auch wahrscheinlich noch die Ausführung des Vorschlags des Herrn *Arago*, den Widerstand der Luft durch plötzlich ausgespannte Flächen dazu zu benutzen, förderlich und ersprieſslich sein.

Bei *weitem* gefährlicher als das *Vorspannen* von mehr als einem Dampfwagen vor einen und denselben Wagenzug ist es, wenn man einen Wagenzug zugleich durch Dampfwagen von hinten *fortschieben* läfst. Hievon ist die Gefahr *ungeheuer grofs*, und es ist ein ungemeines Glück, wenn daraus nicht die gröfsten Unfälle entstehen. Denn sobald die Wagen in dem Zuge seitwärts gegen die Schienen sich bewegen (und das geschieht *immer*, indem in der Wirklichkeit die Wagen, selbst auf einer völlig geraden Bahn, nie geradeauslaufen, sondern eine langgestreckte Schlangenlinie beschreiben; auch geschieht es aufserdem in den *Krümmen* unfehlbar, und mit *bedeutendem* Andrang gegen die Schienen), so hat der *Zug* von *vorn* noch die Eigenschaft, die Abweichung der Fuhrwerke nach der Seite hin wieder zu *heben* und die Wagen immerfort wieder in die rechte Richtung zu bringen: der *Schub von hinten* dagegen hat die Eigenschaft, die Abweichung immerfort *zu vergröfsern;* und so ist es fast ein Wunder, wenn bei grofser Geschwindigkeit, besonders in kurzen *Krümmen*, die Räder nicht aus den Schienen springen. Man versuche es nur, einen Stab, oder, richtiger, eine Kette mit langen Gliedern, die Etwas einem Wagenzuge Aehnliches sein würde, in einer vorgeschriebenen Bahn *nach sich zu ziehen:* es wird ohne Schwierigkeit angehen, und nicht so leicht wird ein Kettenglied aus der Bahn kommen, selbst in den Krümmen nicht: sehr schwer dagegen wird es sein, die Kette in der Bahn *vor sich her zu schieben*, ohne dafs das eine oder das andere Glied aus der Bahn kommt; besonders in den Krümmen. So sicher ein Stab, den man in der Hand hält, nach unten *hängt* und, wenn eine äufsere Wirkung ihn aus der Richtung bringt, immer wieder von selbst in die rechte Lage zurückkommt: so schwierig ist es bekanntlich, den Stab auf der Hand, nach oben gerichtet, zu balanciren; was ebenfalls ein Bild von dem *Ziehen* und *Schieben* eines Wagenzuges auf einer Eisenbahn giebt.

Das *Vorsichherschieben* eines Wagenzuges auf einer Eisenbahn sollte daher unter *keiner Bedingung* und *schlechterdings* nicht gestattet sein, anders, als nur in dem *einzigen* Falle, wenn etwa die vorgespannte Maschine den Dienst versagt hat und nur hinter dem Wagenzuge eine Maschine zum Nachschieben zu *haben* ist: dann aber sollte das Schieben nur *ganz langsam* geschehen, höchstens mit der Geschwindigkeit von einer halben Meile auf die Stunde. Da aber auch dabei noch Gefahr ist, so ist es wohl zu verlangen, es werde gesorgt, dafs stets Dampfwagen zur nöthigen Aus-

hülfe auf *allen* Stationen bereit stehen und dafs dann nur ein Dampfwagen, um *vorgespannt* zu werden, einem stehengebliebenen Zuge *entgegengeschickt, nie* eine Maschine zum Nachschieben ihm *nachgeschickt* werde. Die Gefahr beim Nachschieben ist *gar zu grofs* und *gar zu dringend.*

So viel für jetzt von den Gefahren auf Eisenbahnen und von den Mitteln, welche zur Vorbeugung derselben insbesondere auf den *vorhandenen* Bahnen ohne grofse Schwierigkeiten und Kosten ausführbar sein dürften.

Es giebt aber noch andere, tiefergreifende Mittel, nicht blofs zur Vorbeugung und Verminderung der jetzigen Gefahren für die Passanten, sondern auch zur Vervollkommnung der Eisenbahnen und ihrer Benutzung selbst. Sie sind zwar zum Theil auf vorhandenen Eisenbahnen nur allmälig ausführbar, zum Theil nur allein auf noch nicht vorhandenen, *neuen* Eisenbahnen. Da indessen der allmäligen Benutzung der möglichen Mittel auf den vorhandenen und der Benutzung der anderen auf neuen Eisenbahnen, wenn man sonst nur dazu geneigt ist, nichts entgegensteht, so wollen wir hier einige dieser Mittel berühren.

14. Für *alle* Fuhrwerke, nicht blofs für die auf Eisenbahnen, hat es Nachtheil, Kraftverlust und Gefahr, wenn sie sehr *hoch,* nemlich so gebaut sind, dafs der Schwerpunct der ganzen Masse, des Wagens und seiner Ladung, *sehr hoch über dem Boden liegt.* Am *vortheilhaftesten* ist es offenbar, wenn die Richtung der Zugkraft gerade *durch den Schwerpunct* des Wagens und seiner Ladung geht. Ist aber das nicht zu erlangen, so ist es besser, den Schwerpunct *tiefer* zu legen, als *höher.* Man stelle sich, was bekanntlich angeht, das Gewicht eines Wagens und seiner Ladung im Schwerpunct vereinigt vor, also dann den Wagen und die Ladung selbst, in ihrer räumlichen Ausdehnung, *ohne* Schwere, das im Schwerpunct concentrirte Gewicht aber durch Stützen, ebenfalls ohne Schwere, auf den Rädern ruhend, wo es die Reibung und beim Berganfahren den Widerstand hervorbringt, welche zusammen die Zugkraft zu überwinden hat: so bleibt zwar die Zugkraft im *Beharrungsstande* der Bewegung, das heifst, wenn die Geschwindigkeit sich *nicht* verändert, dieselbe, der Schwerpunct mag hoch oder niedrig liegen; aber, da die Geschwindigkeit, weder auf gewöhnlichen Strafsen, noch auf Eisenbahnen,

jemals gleichförmig bleibt, sondern stetig sich verändert, so ist leicht zu sehen, dafs, im Fall der Schwerpunct höher liegt, als die Richtung der Zugkraft, oder diese *zwischen* dem Boden, wo der Widerstand zu überwinden ist, und dem Schwerpunct: dafs dann ein beständiges *Schwanken* der im Schwerpunct vereinigten Last, nicht blofs nach der Seite, sondern auch vor und zurück Statt finden werde. Aus dem Schwanken nach der Seite aber entsteht Gefahr, aus dem Schwanken vor und zurück Kraftverlust, und aus beiden eine beständige Erschütterung des Wagens. Alles das findet um so weniger Statt, *je tiefer* der Schwerpunct liegt. Man kann sich die nachtheilige Wirkung einer *hohen* Lage des Schwerpuncts recht sinnlich machen, wenn man sich vorstellt, der Schwerpunct liege *sehr* hoch, z. B. 20 oder 30 F. hoch über dem Boden. Wie grofs würde nicht offenbar die *Gefahr* eines solchen Fuhrwerks und wie bedeutend nicht die *Zulage* an Zugkraft sein, um das Fuhrwerk mit sich *ändernder* Geschwindigkeit fortzuschaffen! Was aber von einer *sehr* grofsen Höhe des Schwerpuncts gilt, gilt auch *verhältnifsmäfsig* und in geringerem Maafse von einer geringeren Höhe. Gefahr und Verlust an Zugkraft ist mit der Erhöhung des Schwerpuncts über dem Boden *immer* und unzertrennlich verbunden. Also ist es vortheilhaft und zur Verminderung der Gefahr des *Umwerfens*, so wie derjenigen beim Heraussteigen oder Herausspringen der Passagiere, *wesentlich* vortheilhaft, die Fuhrwerke so zu bauen, dafs ihr Schwerpunct so *niedrig* liege als möglich.

Für Fuhrwerke auf Chausséen und gewöhnlichen Strafsen würde es schwierig sein, mit der Herabsenkung des Schwerpuncts bis über eine gewisse Grenze zu gehen. Hier wird der *Boden* des Wagenkastens immer *wenigstens* so hoch als die Achsen liegen müssen, schon damit der Wagenkasten nicht auf Hindernisse *aufstofse*, die auf gewöhnlichen Strafsen in der Bahn sich befinden können. Alles, was man für gewöhnliche Fuhrwerke thun könnte, wäre, dafs man sie so *wenig hoch* über den Achsen als *möglich* baute, dafs man nicht auf den *Deckel* der Wagenkasten Lasten brächte, und am wenigsten dort, auf eine in der That höchst gefährliche und wahrhaft halsbrechende Weise, Personen sitzen liefse; so wie, dafs man, wenn durchaus bedeutende Lasten in ein und dasselbe Fuhrwerk gepackt werden sollen und müssen, die Wagen statt höher, lieber *länger* machte und ihnen mehr als zwei Paar Räder gäbe; welches letztere eigentlich *allen* Lastwagen und besonders *allen* Personenwagen zu wün-

sehen wäre, um die oben gedachte Gefahr von blofs 4 Rädern zu vermeiden: auf Eisenbahnen dagegen hindert nichts, den Schwerpunct auch *noch tiefer* zu senken; denn das Aufstofsen des Bodens der Wagenkasten ist hier nicht zu besorgen; der Boden der Kasten könnte eben so tief liegen, als die Räder reichen, ja sogar noch tiefer, da die Schienen, auf welchen die Räder laufen, noch wenigstens 4 Zoll über die Querhölzer der Bahn vorstehen; jedenfalls könnte er so tief liegen, als die *Oberfläche* der Schienen. Jetzt liegt die *untere Fläche des Bodens* der Personenwagen, wenn die Wagen, wie gewöhnlich, 3 F. im Durchmesser haltende Räder haben, wenigstens 2 F. 9 Z. hoch über den Schienen; die innere Fläche des Bodens liegt wohl 3 F. 8 Z. hoch, die Decke eines bedeckten Wagens wenigstens 10 F. hoch und der Schwerpunct eines mit Personen besetzten Wagens, so wie auch eines Güterwagens, etwa 5 F. 3 Z. bis 6 F. hoch über den Schienen. Alle diese Höhen könnten nun sehr füglich um 2 F. 9 Z. vermindert werden. Der Schwerpunct dürfte, statt 5½ bis 6 F., nur 2½ bis 3½ F., die Decke eines bedeckten Personenwagens statt 10 F. nur 7½ F. hoch über den Schienen sein. Es ist leicht zu sehen, dafs eine solche Herabsenkung der Wagenkasten keine wesentlichen Schwierigkeiten haben würde. Die Druckfedern, welche den Wagenkasten tragen, könnten nach wie vor auf den Achsen liegen; blofs die Tragbäume des Kastens müfsten, statt *auf* den Druckfedern zu liegen, an dieselben *angehängt* werden. Die Druckfedern sind gewöhnlich 5 F. lang; die Thür zum Einsteigen zwischen den Enden der Druckfedern erfordert 1 F. 9 Zoll: also müfsten die Achsen der Wagen 6 F. 9 Zoll von einander entfernt sein; was sie auch jetzt sind. Bekommt der Wagen, wie es sein sollte, 6 Räder, so würden die Aufruhepuncte der beiden äufsersten Räderpaare, nach der Länge des Wagens, 13½ F. von einander entfernt sein. Deshalb müfsten dann die *Drehstühle* zur Umwendung der Wagen, wo das Umwenden nöthig ist, etwas gröfser sein, als jetzt; allein das ist, sobald man den Wagen mehr als 4 Räder giebt, *immer* nothwendig. Die 6 F. 9 Z. Entfernung der Achsen von einander, nach der Länge des Wagens, ist nun zwar für *zwei* Sitzreihen quer über den Wagen um 2 F. 3 Z. gröfser, als *nöthig*, und nur zwischen zwei Coupés können die Wagen-Achsen und Räder füglich Raum finden, letztere zum Theil *unter* den Sitzen: aber diese 2 F. 3 Z. mehrere Länge würden der Bequemlichkeit der Passagiere sehr zu Statten kommen; auch könnte die mehrere Länge noch dadurch

nutzbar gemacht werden, dafs man in jedem Coupé, an jeder Wagen*thür*, einen Sitz auf einer quer vor die Thür zu klappenden Bank anbrächte, so dafs das Coupé, statt wie jetzt 6, 8 bis 10 Personen, 8, 10 bis 12 Personen faſste. Vorn und hinten könnten *halbe* Coupés mit *einer* Sitzreihe sein, in welche die Passagiere von vorn und von hinten einsteigen; denn immer müssen, wie oben auseinandergesetzt, die Wagen etwas weiter von einander bleiben, als jetzt, und leicht hinreichend weit zum bequemen Ein- und Aussteigen von Personen. Auf diese Weise würde ein 6rädriger Personenwagen, mit 2 Coupés zu 2 Sitzreihen *zwischen* den Achsen und mit 2 Coupés zu 1 Sitzreihe *aufserhalb* der Achsen, also zusammen mit 6 Sitzbanken quer über den Wagen und 4 Sitzen an den Thüren, zusammen 22, 28 bis 34 Personen fassen, je nachdem auf jede Sitzbank quer durch den Wagen 3, 4 oder 5 Personen *neben*einander sitzen.

Die zu wünschende Senkung der Wagenkasten wird dadurch erschwert, dafs wegen der grofsen Länge der Druckfedern die Achsen der Wagen, um eine Thür zum Einsteigen zu gewinnen, weiter, als sonst *der Sitze wegen* nöthig sein würde, von einander entfernt sein müssen. Allein es ist gar nicht nöthig, dafs die Wagenkasten gerade auf *Druckfedern* ruhen. Sie können eben sowohl von *Spiralfedern*, wie sie oben, als zu Stofs- und Zugfedern dienlich, beschrieben sind, getragen werden. Solche Federn würden sogar noch wohlfeiler und, was die Hauptsache ist, *weniger gefährlich* sein, als Druckfedern. Denn wenn eine Druckfeder bricht, so fällt der von ihr getragene Wagenbaum wenigstens bis auf die Achse, oder auch wohl gar, daran vorbei, bis auf die Erde hinunter. Bricht dagegen eine Spiralfeder, so kann immer der Wagenbaum nur um ein Geringes und für die Fahrenden kaum merklich sich senken, so lange nur die durch die Feder hindurchgehende tragende Stange nicht *zerreifst;* was aber nicht leicht möglich ist. Auch würde mit Spiralfedern, statt Stofsfedern, der Wagen selbst fester gebaut werden können; nemlich die Achsen würden sich stärker mit einander verbinden lassen. So sind, besonders der *geringern Gefahr* wegen, die *Spiralfedern* höchst wichtig und verdienen gewifs alle Aufmerksamkeit. Anfangs wird es freilich schwer sein, sie zu *machen;* auch wird es auf viele *Proben* ankommen, bis man für jeden ihrer verschiedenen Zwecke die rechte Stärke trifft. Indessen ist ihre Ausführbarkeit selbst aufser allem Zweifel. Der Verfasser Dieses hat vor vielen Jahren Gelegenheit gehabt, solche

Spiralfedern für einen gewöhnlichen Wagen machen zu lassen, und sie thaten, obgleich sie eine erste Probe waren, völlig gute Dienste.

Man könnte auch nicht allein die Sicherheit der Spiralfedern gegen Brüche noch vermehren, sondern auch ihre Verfertigung erleichtern, wenn man in der Hülse, statt einer fortlaufenden langen Spiralfeder, mehrere kurze Spiralfedern oder Springfedern über einander vermittelst dazwischen gelegter ringförmiger Böden, welche durch die Federn hin- und hergeschoben werden und durch welche also die Zugstange hindurch geht, wirken liefse. Hier würde der etwaige Bruch einer oder der anderen kurzen Spiralfeder ganz ohne alle Gefahr und völlig unmerklich sein und die kurzen Federn würden noch leichter zu verfertigen sein, und also noch weniger kosten.

Hängt man nun die Kasten der Personenwagen auf Eisenbahnen, statt an Druckfedern, an solche Spiralfedern, so können die Achsen einander bis auf 4 F. 9 Z., nemlich bis auf den Betrag zweier halben Raddurchmesser und 1 F. 9 Z. Breite zur Thür, nahe gebracht werden, also sogar noch näher als jetzt; sie sind dann nur gerade so weit von einander nöthig, als zu zwei Sitzreihen quer über den Wagen, seiner Länge nach nothwendig ist, so dafs *kein* Raum unbenutzt bleibt; und für die äufsersten von 3 Paar Rädern, die dann nur 6½ F. von einander entfernt sind, werden *nicht* gröfsere Drehstühle nothwendig sein, als jetzt.

Der Nutzen der Senkung des Schwerpuncts der Wagen und der Boden der Wagenkasten um 2 F. 9 Z. würde aber folgende sein.

Erstlich. Für die Personenwagen wären dann weder Tritte noch erhöhte Rampen zum Ein- und Aussteigen nöthig, sondern die Passagiere könnten unmittelbar aus den Wagen auf den neben den Schienen nur um etwas erhöhten Boden aus- und von demselben einsteigen. Auf der Decke der Wagen müfste man übrigens auch hier durchaus nur allein die *Führer* der Wagen sitzen lassen und das Gepäck unterbringen.

Für Güterwagen würden die Lasten weniger hoch zu heben und wieder hinunterzuschaffen sein.

Zweitens würde bei den Personenwagen, wenn ja die unglückliche Nothwendigkeit des Herausspringens vorkommt, der Sprung *weniger* mifslich und gefährlich sein. Die Personen würden dann nur *möglichst weit* vom Wagen hinweg zu springen suchen müssen.

Drittens. Bricht an einem Wagen eine Achse, oder ein Rad, oder eine Feder, so würde der Sturz des Wagens weniger hoch und also we-

niger gefährlich sein; der Boden des Wagenkastens würde mit weniger heftigem Stofs den Erdboden erreichen und die Wagen würden leichter zum Stillstand kommen.

Viertens. An Zugkraft würde aus den oben erörterten Gründen gespart werden.

Fünftens. Die Gefahr des Umwerfens, etwa wegen einer zerbrochnen Schiene, oder aus andern Ursachen, würde bei weitem geringer sein.

Sechstens. Die Wagen würden weniger Widerstand in der Luft und im Sturme finden; denn nahe an der Erde wird die Kraft eines Sturms durch die vielfältigen Hindernisse am Erdboden bedeutend gebrochen und ist immer geringer als in der Höhe. Die Senkung des Schwerpuncts der Wagen ist das weiter oben gedachte Mittel, den Widerstand des Luftzuges gegen die Bewegung der Wagen zu vermindern; und die Verminderung dürfte ganz bedeutend sein. Ein *bedeckter* Wagen würde nicht mehr Widerstand vom Sturm finden, als etwa jetzt ein unbedeckter. Der von dem Widerstand der Stürme hergenommene Einwand gegen die *Bedeckung* der Wagen, zur Feuersicherheit und Bequemlichkeit der Passagiere, fiele also alsdann weg.

Für die Dampfwagen und die Karren zum Transport von Equipagen ist die Senkung des Schwerpuncts der Wagen weniger ausführbar: für Personenwagen und Güterwagen, so wie auch für Wagen zum Transport von lebendem Vieh, besonders kleineren Thieren, dürfte sie dagegen durchaus keine wesentlichen Hindernisse haben. Diese Verbesserung dürfte *sehr* bedeutend sein und verdient daher wieder alle Beachtung. Sie ist auch auf schon vorhandenen Eisenbahnen ausführbar; obwohl freilich da nur allmälig, so wie eine gröfsere Zahl von Wagen erneuert werden mufs.

15. Die Fuhrwerke auf gewöhnlichen Strafsen können bis auf die Achsen, wenn diese von Eisen sind, so wie bis auf das übrige Eisenwerk vom Feuer verzehrt werden. An Eisenbahnwagen sind schon jetzt noch mehrere Theile von Eisen, und folglich unverbrennlich: insbesondere die Räder. Was hindert nun aber, die Eisenbahnwagen *ganz* von Eisen zu machen, bis auf die bloſsen *Ueberzüge* der Sitzkasten und die Auspolsterung der Seiten und Lehnen? denn auch noch die Sitze und Lehnen selbst können, statt durch Pferdehaare oder dergleichen, durch eiserne Springfedern, wie es zum Theil schon jetzt üblich ist, elastisch gemacht werden. Ein ganz eiserner Wagen würde aber gewifs weder weniger haltbar, noch

auch theurer sein, noch auch schwerer, als ein jetziger Wagen. Das Eisen wiegt etwa 10 mal so schwer als Holz; aber es bedarf nicht den 10ten Theil seiner Masse, um eben so haltbar zu sein. Blech von einer halben Linie dick, zu den Wänden und zur Decke, was ganz hinreichend wäre, wiegt noch nicht so viel, als ein 6 Linien dickes hölzernes Brett; und ein eiserner Tragbaum von 1½ Z. breit und 2 Z. hoch wiegt nicht mehr, als ein jetziger 8 bis 9 Z. hoher und 3 bis 3½ Z. breiter hölzerner Tragbaum. Auch würde man durch die dünnen eisernen Wände und Decken noch etwas an *Raum* gewinnen; und wenn die Tragbäume von Eisen sind, so kann der *Schwerpunct* der Wagen noch um etwa 6 Z. tiefer *gesenkt* werden. Was ja etwa das Eisen gegen das Holz mehr *kosten* sollte, kommt durch die längere Dauer wieder ein. Der Verfasser dieses erinnert sich, vor beinahe 40 Jahren zwischen Wien und Brünn in einem *Postwagen* gefahren zu sein, an welchem Achsen und Räder von Eisen und der Kasten von Kupferblech waren. Dieser Wagen dient ihm zum practischen Beweise der Möglichkeit und Ausführbarkeit solcher Wagen, selbst auf gewöhnlichen Strafsen. Ob in der genannten Gegend dergleichen Wagen noch jetzt im Gebrauch sind, oder, wenn nicht, aus welchen Gründen man davon wieder abgegangen sei, ist ihm nicht bekannt. Die Ausführbarkeit *ganz eiserner* Wagen auf *Eisenbahnen* aber unterliegt vollends zuverlässig keinem Zweifel; und der Nutzen davon würde gar nicht unwesentlich sein. Gegen Entzündung von Aufsen durch Funken und Kohlen wäre nemlich die Gefahr vollends abgewendet, und die Gefahr der Entzündung von Innen wäre geringer; jedenfalls könnte sich das Feuer nicht von einem Coupé in das andere verbreiten. Es ist mit den Wagen nicht anders, wie mit den Gebäuden. Das *einzige* sichere und *vollständige* Mittel, von Gebäuden die Feuersgefahr abzuwenden, ist, *sie aus unentzündlichen Stoffen zu bauen* und *alles* Holz, bis etwa das zu den Thüren und den Fenstern, daraus zu verbannen. *Alle* andern Mittel sind unzureichend und unvollständig. Ganz eben so ist es bei den Wagen.

In *ganz* eisernen Wagen scheint also ebenfalls noch ein Mittel zur Vervollkommnung des Eisenbahnwesens zu liegen. Es ist auch auf schon vorhandenen Eisenbahnen *allmälig* ausführbar und verdient ebenfalls Beachtung, jedenfalls wenigstens den Versuch.

16. Das Feuer, welches die Dampfwagen mit sich führen, ist und bleibt gefährlich: sowohl für die Fuhrwerke und für die Passagiere und

Güter auf der Eisenbahn selbst, als für die Anwohner der Bahn. Auch der Dampf ist, weil er den Kessel der Maschine sprengen kann, gefährlich; und der Rauch und das Geklapper der Dampfwagen ist, sowohl für die, welche die Eisenbahn benutzen, als für die Anwohner unangenehm. Das Feuer ist und bleibt auf Eisenbahnen ein *Uebel,* obgleich ein *nothwendiges* Uebel, so lange die Zugkraft durch die Spannung des Dampfs hervorgebracht werden soll.

Man sucht auch aus diesen Gründen nach andern neuen Kräften, z. B. nach der electro-magnetischen Kraft. Wer wollte nicht wünschen, dafs man finde, was man sucht! Warum aber macht man denn nicht wenigstens den *Versuch* mit der schon seit uralter Zeit *bekannten* und benutzten *Kraft der Zugthiere,* an einen Göpel gespannt, der auf einen mitfahrenden, vorgespannten Wagen gesetzt ist? Sollte hier etwa wieder ein Fall sein, wo man nach dem Entfernten und Künstlichen hascht und das Bekannte und Naheliegende übersieht!? Man findet die Art der Benutzung der Zugkraft der Thiere in dem Aufsatze „Ueber die Ausführbarkeit von Eisenbahnen in bergigen Gegenden" im 13ten Bande dieses Journals, Heft 3. S. 215 bis 224, rücksichtlich ihrer Ausführbarkeit und der davon möglicherweise zu erzielenden Wirkung, näher und ausführlich untersucht. Das Resultat der Untersuchung ist, dafs die Benutzung der Pferdekraft wirklich und unzweifelhaft mit Vortheil *möglich* sei; dafs, eben wie durch Dampfwagen, Fuhrwerke auf Eisenbahnen auch durch fahrbare Pferdegöpel mit *gleich grofser* Geschwindigkeit fortbewegt werden können, und dafs das Gewicht der Göpel nicht eben im Mifsverhältnifs zu den von ihnen forbewegten Lasten stehe. Der sonstige Gewinn aber würde bedeutend sein. Die Feuersgefahr und die Gefahr des Zerspringens der Dampfkessel würde *gänzlich* entfernt werden; die Zugmaschinen würden leichter zu führen und leichter in Stillstand zu bringen sein; sie würden wohlfeiler sein als Dampfwagen, würden überall gebaut werden können, und die Zugkraft könnte nie ausgehen, während jetzt, besonders die verbrannten *Steinkohlen,* nicht durch neue sich ersetzen. Möchte man also doch mit den fahrbaren Pferdegöpeln wenigstens den *Versuch* machen!

17. Eine noch andere Vervollkommnung der Eisenbahnwagen, die bedeutender sein dürfte, als alle übrigen, scheint aus folgender Bemerkung hervorzugehen.

Was kann nemlich wohl der Grund sein, dafs man jetzt alle Fuhr-

werke auf den Eisenbahnen so *colossal* und *grofs* und folglich so *schwer* macht: die Personen- und Güterwagen 30, 40 und 50 Ctr., die Dampfwagen wohl über 200 Ctr. schwer? Ist etwa die Meinung die, es seien *deshalb* die Wagen so grofs und schwer nöthig, damit sie für die ungewöhnlich grofse Geschwindigkeit *haltbarer* seien, so scheint es, man habe diese Voraussetzung nicht sorfältig genug und nicht richtig geprüft. Jene Ursach für die mehrere Gröfse der Wagen ist nicht begründet. *Nicht* grofse und folglich schwere Wagen sind *in dem Verhältnifs* ihres gröfsern Gewichts fester und haltbarer als kleinere und folglich leichtere, sondern, gerade umgekehrt, diese letztern sind *verhältnifsmäfsig* fester und dauerhafter als die ersteren. Dafs dem so sei, geht mit *mathematischer* Gewifsheit aus folgender ganz einfachen Erwägung hervor. Ein Balken nemlich oder Träger, z. B. von 8 F. oder 96 Z. lang, 4 Z. breit und 8 Z. hoch, hat 8 mal so viel *Masse* und folglich 8 mal so viel *Gewicht*, als ein anderer, welcher *halb* so breit, *halb* so hoch, und *halb* so lang, also nur 4 F. oder 48 Z. lang, 2 Z. breit uud 4 Z. hoch ist. Nun verhält sich bekanntlich die *Tragkraft* der beiden Balken, wie das Product ihrer Breite in das Quadrat der Höhe, dividirt durch die Länge, also in dem angenommenen Beispiele wie $\frac{8.8.4}{96}$ zu $\frac{4.4.2}{48}$, das heifst wie 4 zu 1. Der grofse Balken, welcher 8 mal soviel Gewicht hat als der kleine, hat also keinesweges auch 8 mal soviel Tragkraft, sondern *nur 4 mal* soviel. Er ist also keinesweges *im Verhältnifs seines Gewichts* stärker, als der kleine, sondern vielmehr *schwächer*, und *verhältnifsmäfsig* nur *halb so stark*. Nun müssen aber *alle* Theile eines Wagens am Ende auf ähnliche Weise wie Balken der Kraft widerstehen, welche auf sie einwirkt und sie zu *zerbrechen* trachtet, und diese Kraft ist zunächst ihr *Gewicht*. Also ist es *mathematisch gewifs*, dafs ein grofser und deshalb *nothwendig* schwerer Wagen keinesweges seinem gröfsern Gewicht mit gleicher Kraft widersteht, als ein kleinerer Wagen dem seinigen: und folglich ist es *gewifs*, das gröfsere und schwerere Wagen *nicht verhältnifsmäfsig* stärker und dauerhafter sind, als kleine und leichte, sondern vielmehr wesentlich *schwächer* und weniger *dauerhaft*.

Es ist zwar freilich wahr, dafs die Rechnung dadurch anders sich stellt, dafs nicht blofs das Gewicht der Wagen *selbst*, sondern auch ihre *Ladung* in Betracht kommt: allein auch dann ist noch der Vortheil auf

Seiten der kleineren und leichteren Wagen. Man setze z. B., es müsse ein Wagen 15 Ctr. schwer sein, um mit Sicherheit 30 Ctr. laden zu können; was in der That das aus der Erfahrung sich ergebende Verhältnifs sein dürfte, indem die Wagen gewöhnlich halb so viel wiegen müssen, als ihre Ladung beträgt. Es hat also alsdann dieser Wagen Widerstandskraft gegen zusammen 45 Ctr. Gewicht. Nun wiege ein anderer, *gröfserer* Wagen, statt 15 Ctr., 30 Ctr.: so verhalten sich die Abmessungen seiner Theile zu denen der Theile des kleinern Wagens wie die *Cubikwurzel* aus 2 zur *Cubikwurzel* aus 1, das heifst wie 1,26 zu 1. Die Widerstandskraft des gröfsern Wagens verhält sich aber zu der des kleinern, der obigen Auseinandersetzung zufolge, nur wie das *Quadrat* der Abmessungen seiner Theile zu dem *Quadrat* derjenigen des anderen, also wie das *Quadrat* von 1,26 zum *Quadrat* von 1, das heifst wie 1,59 zu 1. Folglich hat der gröfsere Wagen nur 1,59 mal so viel Widerstandskraft, als der kleinere, und folglich mit *gleicher* Sicherheit nur Widerstandskraft für 1,59 mal 45 Ctr., thut 71½ Ctr. Er wiegt aber 30 Ctr. und folglich vermag er nur 41½ Ctr. mit der *gleichen* Sicherheit des kleinen zu führen, keinesweges die *doppelte* Ladung von 60 Ctr. Der kleine Wagen ist also auch *beladen* unzweifelhaft fester und sicherer, als der gröfsere.

Welchen *anderen* Grund noch könnte es aber wohl geben, die Eisenbahnwagen *colossal, grofs* und *schwer* zu machen? Der Zweck, *sehr grofse* Lasten auf einmal fortzubewegen, kann es nicht sein. Denn *sehr* grofse Lasten, die nicht *getheilt* werden könnten, wie z. B. grofse Geschütze, grofse Holzstämme, grofse Maschinentheile, schwere Dampfkessel, Cylindergebläse und dergleichen, kommen nur sehr selten vor, und für sie bleibt noch das Mittel übrig, Wagen mit mehreren Räderpaaren, nöthigenfalls dicht hintereinander laufend, zu machen; was denn die Last dennoch wieder vertheilt. Auch der Umstand, dafs der *Damgfwagen,* oder jedenfalls der *Zugwagen, nothwendig* sehr schwer sein müsse, damit seine Triebräder mit hinreichender Kraft auf die Schienen eingreifen, ist kein Grund; denn wenn die Wagen, welche der Zugwagen fortzuschaffen hat, leichter sind, und wenn man ihm weniger zu ziehen giebt, so bedarf auch er nur eines geringeren Gewichts. Es giebt also in der That *gar keine* zureichende und *wirkliche* Ursach, weshalb die Fuhrwerke auf Eisenbahnen so colossal sein müfsten, wie sie es jetzt sind. Sie könnten ohne allen Zweifel sammt und sonders vielleicht *halb* so schwer sein: die Per-

sonenwagen, statt 20 bis 30 Personen, deren nur 10 bis 15 einnehmen; die Güterwagen, statt 50 bis 60 Ctr., nur 25 bis 30 Ctr. laden, und die Dampfwagen, statt über 200 Ctr., nur etwas über 100 Ctr. wiegen. Diese Veränderung aber würde *sehr* grofse Vortheile haben. Nemlich

Erstlich, würden die Fuhrwerke, wie vorhin gezeigt, für ihre geringere Ladung wesentlich stärker und dauerhafter und also weniger der *Gefahr des Zerbrechens* ausgesetzt sein. Ihre *verhältnifsmäfsige* Haltbarkeit könnte auch durch eine angemessene *Vertheilung* der Ersparung an Gewicht abermals verstärkt werden. Man müfste nemlich die Stärke der Achsen und Räder *weniger* vermindern, als die der übrigen Theile, besondere des Wagenkastens.

Zweitens würde die dann entstehende *Nothwendigkeit,* statt grofser Wagenzüge in *gröfsern* Zwischenzeiten, kleinere *öfter* abgehen zu lassen, dem Publicum gar sehr zu Statten kommen und den Nutzen der Eisenbahnen selbst für dasselbe noch bedeutend vermehren. Es erfordert freilich die mehrere *Vertheilung* der Passage auf einer Eisenbahn mehr Dampfwagen, mehr Führer und etwas mehr Brennstoff, also mehr Kosten: allein diese Vermehrung der Ausgaben würde auch gewifs durch die mehrere Einnahme reichlich wieder einkommen. Denn *Zeit-Ersparnifs* ist ja immer der wesentlichste und bedeutendste Theil des Nutzens der Eisenbahnen überhaupt. Diese Zeit-Ersparnifs wird aber nicht durch die grofse Geschwindigkeit der Fahrt *allein* erreicht, sondern auch in sehr vielen Fällen noch wohl *eben so sehr und mehr* dadurch, dafs *öftere* Fahrten Statt finden; selbst wenn diese öfteren Fahrten etwas langsamer vor sich gehen sollten. Wer z. B. um 4 Uhr erst fahren *kann,* weil eher kein Wagenzug abgeht, aber um 3 Uhr fahren *möchte,* kommt, wenn auch um 3 Uhr ein Zug abgeht, selbst dann noch, wenn er, um 4 Uhr abfahrend, in ¼ Stunden an sein Ziel gelangt, um 3 Uhr abfahrend dagegen eine volle Stunde zur Fahrt gebraucht, im letzten Fall doch noch ¾ Stunden früher ans Ziel. Wie häufig sind nicht die Fälle, dafs Jemand an einem, eine oder ein Paar Stationen von seinem Wohnort entfernten Orte nur ½ oder 1 Stunde zu thun hat, und gern, selbst für erhöhte Kosten, auf der Stelle zurückkehren möchte, wenn nur ein Wagenzug abginge! Durch das seltnere Abgehen der Wagenzüge können Fälle vorkommen, dafs eine Fahrt hin und zurück, ungeachtet der grofsen Geschwindigkeit, dennoch fast eben so viel Zeit wegnimmt, als die Fahrt auf der gewöhnlichen Landstrafse,

und dafs also dann der Eisenbahn die Fahrt ganz entgeht, die ihr gewifs sonst zugefallen sein würde. Man giebt geradezu durch den seltenen Abgang der Wagenzüge wieder einen Theil des Nutzens der Eisenbahnen ohne zureichenden Grund absichtlich aus der Hand. Es ist damit eben so, wie wenn man die Eisenbahnen von gröfserer Länge nicht in möglichst gerader Linie baut, sondern sie mit grofsen Umwegen und bedeutenden Abweichungen von der geraden Richtung durch das Land führt, blofs um vielleicht einige Orte zu berühren, die sich besser durch Seitenbahnen anschliefsen würden; was denn die Folge hat, dafs nicht blofs der *kleinere* Theil der Passage jener Neben-Orte, sondern die *ganze* Passage zwischen den Haupt-Endpuncten den Umweg machen mufs. Man achtet hier das Eine oder das Andere unter dem Vorwande nicht, dafs der Gewinn und der Nutzen der Eisenbahnen dennoch immer grofs bleibe. Das letztere kann zwar richtig sein: aber ein absichtliches Wegwerfen eines Theiles des Nutzens, ohne zureichenden Grund, bringt *immer* Verlust. Das Eine und das Andere: das seltene Absenden von Wagenzügen, und die unnöthig langen Linien, sind hier die Verschwendung eines *Reichen*. Aber Verschwendung ist *immer* Verschwendung, es mag sie der Reiche oder der Arme machen. Die *öftere* Absendung *kleiner* Wagenzüge, statt seltenerer gröfserer, scheint in der That ein so wesentlicher Gegenstand zu sein, dafs auch darin noch eine von den ohne sonstige Schwierigkeiten *möglichen* Vervollkommnungen des Eisenbahnwesens liegen dürfte. Natürlich müssen freilich die Zwischenzeiten des Abganges der Wagenzüge in jedem besonderen Falle dem Bedürfnifs und den Umständen gemäfs angeordnet werden; indessen ist im Allgemeinen wohl so viel gewifs, dafs ein *Zuviel* in den *öftern* Absendungen von geringerem Schaden für die Unternehmer einer Eisenbahn und besonders für das *Publicum* sein würde, als ein Zuviel für die *seltneren* Abgänge.

Viertens. Ein *sehr* grofser Gewinn durch die leichteren Fuhrwerke würde aber noch sein, dafs, wenn z. B. alle Fuhrwerke nur *halb* so schwer sind, die Schienen der Bahn ebenfalls nur, und zwar noch *weniger* als halb so schwer sein dürfen, und dafs auch der ganze Unterbau der Bahn, alle Brücken, Drehstühle, Ausweichungen u. s. w. verhältnifsmäfsig schwächer sein können. Bleiben auch der Damm, die Gebäude u. s. w. die nemlichen, so ist doch so viel gewifs, dafs dann eine *zweispurige* Eisenbahn *nicht mehr* kosten würde, als eine *einspurige*; und der grofse Vor-

zug einer zweispurigen Bahn vor einer einspurigen ist einleuchtend. Alle Gefahr des Aufeinanderstofsens von Zügen, die einander entgegenkommen (welche Gefahr auf einspuriger Bahn ebenfalls nicht gering und *bei weitem* gröfser ist, als die des Aufeinanderstofsens von Zügen, die sich folgen; besonders im Finstern), fällt dann unbedingt ganz weg und man kann ohne alles Hindernifs Wagenzüge selbst von Viertel- zu Viertelstunde abgehen lassen. Wo aber wegen der geringen Frequenz eine *einspurige* Bahn *jedenfalls* hinreichend ist, würde dieselbe wenigstens 40 Tausend Thaler auf die Meile weniger kosten, als jetzt.

Der Vorschlag, die Eisenbahnfuhrwerke leichter und kleiner zu bauen, was dann den leichteren und wohlfeileren Bau der Eisenbahnen selbst zur unmittelbaren Folge haben würde, verdient daher gewifs ebenfalls noch ganz besondere Berücksichtigung. Die Eisenbahn zwischen Nürnberg und Fürth, nebst ihren Fuhrwerken, *ist* ungewöhnlich leicht gebaut, und man weifs, wie *vorzüglich* gut sie rentirt. Die hohe Rente beruht aber hier gewifs nicht auf der starken Frequenz allein; denn auch andere Eisenbahnen haben eine gleiche und wohl noch stärkere Frequenz: sie beruht zuverlässig auch zum Theil auf dem *leichten Bau*. Es giebt also diese Eisenbahn einen anschaulichen, *practischen* Beweis von der Wichtigkeit der Mahnung, die Fuhrwerke und die Bahnen *leichter zu bauen*.

Doch wir schliefsen hier diesen Aufsatz für jetzt, um ihn nicht zu sehr auszudehnen, obgleich der Gegenstand noch keinesweges erschöpft ist, und selbst blofs über die Vervollkommnung der technischen Anordnung der Eisenbahnen und der Fuhrwerke noch Vieles zu sagen übrig bleibt.

Was von den Bemerkungen *Anderer* über die Gefahren auf Eisenbahnen und die Abwendung derselben, z. B. von den Bemerkungen und Vorschlägen in der Pariser Akademie, in Folge des Unfalls bei Versailles, bis jetzt zur Kenntnifs des Verfassers des gegenwärtigen Aufsatzes gelangt ist, hat er in demselben berücksichtigt, auch bei Allem, worauf nicht er selbst gefallen ist, gesagt, von wem es herrühre.

Der Verfasser bemerkt zum Ueberfluss noch, dafs er bei dem vorliegenden Aufsatze gar keinen andern Zweck hat, als die Förderung der guten Sache: durchaus kein Interesse für sich selbst, irgend einer Art, noch auch etwa die Absicht, nur das Vorhandene zu tadeln oder zu mustern. Dafs nicht etwa das letztere der Fall sei, werden wohl die Aeufserungen im

Eingange dieses Aufsatzes zur Genüge zu erkennen geben. Auch ist er nicht im Geringsten gesonnen, von dem hier Vorgetragenen Dasjenige, was er seinen eignen Erwägungen entnommen hat, für *neu* zu halten. Er will vielmehr im Voraus gern und willig zugeben, dafs Alles hier Gesagte auch Andere schon gedacht und gesagt haben mögen. Er macht nicht den geringsten Anspruch auf irgend eine Priorität. Er wünscht blofs, dafs man die oben aufgestellten Bemerkungen, wer sie auch *zuerst* gemacht haben möge, nicht übersehen, und nicht die darin enthaltenen Vorschläge, da, wo sie durch *Gründe* gerechtfertigt sind, ohne Weiteres wegen anderer, weniger auf Gründen und mehr blofs auf Meinungen beruhender Ansichten verwerfen möge.

Berlin, im Juni 1834.